



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-9644

Março, 2008

Documentos 218

Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins

Alberto Baêta dos Santos

Raimundo Ricardo Rabelo

Editores

Santo Antônio de Goiás, GO
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (0xx62) 3533 2100
Fax: (0xx62) 3533 2123
sac@cnpaf.embrapa.br
www.cnpaf.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Luis Fernando Stone*
Secretário: *Luiz Roberto Rocha da Silva*

Supervisor editorial: *André Ribeiro Coutinho*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Revisão de texto: *André Ribeiro Coutinho*
Capa: *Salvador F. de Oliveira Neto*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

1ª impressão (2008): 500 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do
Tocantins / editores Alberto Baêta dos Santos, Raimundo Ricardo
Rabelo. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2008.
136 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 218)

1. Arroz irrigado - Sistema de cultivo - Tocantins. 2. Arroz irrigado -
Prática cultural - Tocantins. I. Santos, Alberto Baêta dos, ed. II. Rabelo,
Raimundo Ricardo, ed. III. Embrapa Arroz e Feijão. IV. Série.

CDD 633.18098117 (21. ed.)

© Embrapa 2008

Editores

Alberto Baêta dos Santos

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia
Embrapa Arroz e Feijão
Rod. GO 462, Km 12
75375-000 Santo Antônio de Goiás - GO
baeta@cnpaf.embrapa.br

Raimundo Ricardo Rabelo

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Desenvolvimento
Sustentável
Embrapa Arroz e Feijão
raimundo@cnpaf.embrapa.br

Profissionais e Organizações Participantes das Subcomissões

Nome	Instituição
Alberto Baêta dos Santos	Embrapa Arroz e Feijão
Anne Sitarama Prabhu	Embrapa Arroz e Feijão
Antônio Humberto Simão	SFA - TO / MAPA
Brunno Lang Frazão de Moraes	Unitins Agro
Carlos Vandrê Kerber de Freitas	Ruraltins
Claudio Bragantini	Embrapa Arroz e Feijão
Daniel de Brito Fragoso	Unitins Agro
Darci Dias de Azambuja	Sementes San Francisco
Edson Herculano Neves Vieira	Embrapa Arroz e Feijão
Eduardo da Costa Eifert	Embrapa Arroz e Feijão
Eliane Regina Archangelo	Unitins Agro
Enio Nogueira Becker	Produtor
Geovando Vieira Pereira	Embrapa Arroz e Feijão
Gisele Barata da Silva	Universidade
Humberto Gonçalves dos Santos	Embrapa Solos
Jaime Roberto Fonseca	Embrapa Arroz e Feijão
José Alexandre Freitas Barrigossi	Embrapa Arroz e Feijão
José Geraldo da Silva	Embrapa Arroz e Feijão
Luís Fernando Stone	Embrapa Arroz e Feijão
Marta Cristina Corsi de Filippi	Embrapa Arroz e Feijão
Maurício Rizzato Coelho	Embrapa Solos
Nand Kumar Fageria	Embrapa Arroz e Feijão
Orlando Peixoto de Moraes	Embrapa Arroz e Feijão
Osmira Fátima da Silva	Embrapa Arroz e Feijão
Paulo Hideo Nakano Rangel	Embrapa Arroz e Feijão
Priscila Zaczuk Bassinello	Embrapa Arroz e Feijão
Raimundo Ricardo Rabelo	Embrapa Arroz e Feijão
Roberto Coelho	Sementes San Francisco
Ronaldo Pereira de Oliveira	Embrapa Solos
Sergio Utino	Embrapa Transferência de Tecnologia
Silvando Carlos da Silva	Embrapa Arroz e Feijão
Tarcísio Cobucci	Embrapa Arroz e Feijão
Veridiano dos Anjos Cutrim	Embrapa Arroz e Feijão
Vicente de Paula Lopes	SINDIATO
Vilmondes de Castro Macedo	Conab

Apresentação

O documento "Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins" consiste de um conjunto de tecnologias indicadas pelos representantes das instituições integrantes do Consórcio de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia, coordenado pela Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - SEAGRO - TO, técnicos e produtores da iniciativa privada. O conteúdo original "Cultivo do arroz irrigado no Estado do Tocantins" foi atualizado na I Reunião da Comissão Técnica do Arroz, realizada na Lagoa da Confusão, TO, em 28 de setembro de 2007.

O suporte técnico para atualização das informações resultou da integração dos técnicos vinculados à Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - SEAGRO - TO, Secretaria de Recursos Hídricos - SRH - TO, Embrapa Arroz e Feijão, Unidade de Execução de Pesquisa - Embrapa Cerrados - UEP-TO, Unitins-Agro, Ruraltins, Agência de Defesa Agropecuária - ADAPEC, Universidade Federal de Tocantins - UFT e da iniciativa privada.

Espera-se que contribua para a melhoria do sistema de produção do arroz irrigado no Estado do Tocantins, promovendo a sua exploração de forma sustentável e competitiva, além de integrar e revigorar toda a sua cadeia produtiva.

A todos que contribuíram para a publicação dessas Informações Técnicas, os nossos agradecimentos.

Beatriz da Silveira Pinheiro
Chefe-Geral da Embrapa Arroz e Feijão

Sumário

Introdução e Importância	13
Introdução	13
Importância econômica	14
Importância nutricional e funcional	15
Uso de subprodutos e derivados do arroz	19
Fatores limitantes	23
Sucessão de culturas de sequeiro com o arroz irrigado	24
Clima	24
Radiação solar	25
Temperaturas do ar, do solo e da água	25
Época de semeadura	27
Solos	27
Extensão e distribuição dos solos do Estado do Tocantins	28
Classes de solos mais adequadas para o cultivo do arroz irrigado no Tocantins	28
Plintossolos	30
Gleissolos	31
Sistematização e Preparo do Solo	32
Importância da sistematização	32
Quando e como fazer a sistematização	32
Sistemas de preparo do solo	32
Preparo do solo seco	33
Preparo do solo inundado	33
Época de preparo	34
Desempenho de arados e grades	35

Adubação e Calagem	36
Nitrogênio	36
Dose	36
Época de aplicação	38
Fontes de nitrogênio	39
Fósforo	40
Dose	40
Época de aplicação	41
Fontes de fósforo	41
Potássio	42
Dose	43
Época de aplicação	43
Fontes de potássio	44
Zinco	44
Calagem	44
Recomendações	45
Cultivares	46
Cultivares recomendadas	46
Principais características	46
Metica 1	46
BRS Formoso	47
BRS Jaburu	47
BRS Biguá	48
BRS Alvorada	48
BRSGO Guará	49
BRS Jaçanã	49
Maturação de Pós-Colheita	50
Prioridades de pesquisa	51
Boas Práticas para Produção de Sementes	51
Escolha da área	52
Escolha da cultivar	53
Sistemas de produção	53
Erradicação de plantas indesejáveis	53
Colheita	54
Limpeza de máquinas e equipamentos	54
Pureza varietal	54
Secagem	55
Beneficiamento	56

Sistema de Plantio	57
Procedimento para o plantio	57
Semeadura direta	57
Semente pré-germinada	57
Semente seca	59
Sistema convencional	61
Plantio direto	62
Plantio direto com cultivo mínimo	62
Transplântio	63
Irrigação e Drenagem	64
Método de irrigação	64
Consumo de água	65
Manejo	65
Época de paralisação	66
Manejo de Plantas Daninhas	66
Principais espécies de plantas daninhas	66
Métodos de controle	68
Aplicação de herbicidas	68
Doenças e Métodos de Controle	68
Brusone	70
Controle	71
Mancha-de-grãos	72
Controle	73
Escaldadura nas folhas	73
Controle	74
Queima-da-bainha	74
Controle	76
Mal-do-pé	76
Controle	76
Manejo dos Principais Insetos Fitófagos	77
Lagarta-dos-arrozais	78
Broca-do-colo	81
Broca-do-colmo	82
Cascudo-preto	84
Gorgulho-aquático	87
Percevejo-do-colmo	89
Percevejos-do-grão	92
Uso de Agrotóxicos	97

Legislação	97
Classificação	97
Rótulo	98
Aplicação	99
Precauções no uso	100
Descarte de resíduos e embalagens	100
Boas práticas de manejo	101
Manejo integrado de pragas	101
Estabelecimento de área de proteção entre a lavoura e as áreas mais sensíveis	101
Utilização de métodos alternativos de controle de pragas	102
Colheita	102
Ponto de colheita	102
Máquinas de colheita	102
Ocorrência de perdas	105
Determinação da perda de grãos	105
Determinação parcelada das perdas	107
Perda na plataforma de corte	107
Perda no saca-palhas	107
Perda nas peneiras	107
Recomendações técnicas	108
Horário de colheita	108
Teor de umidade do grão	108
Regulagem e manutenção da colhedora	108
Drenagem final	109
Soca	110
Importância	110
Fatores determinantes no cultivo da soca	111
Planejamento	111
Escolha das cultivares	111
Fatores climáticos	114
Manejo do cultivo principal	114
Manejo da soca	118
Secagem, Armazenamento e Beneficiamento	120
Secagem	121
Pré-limpeza	121
Secagem ao sol	121
Secagem artificial	122

Armazenamento	123
Manejo integrado de insetos-praga	123
Carunchos e besouros	124
Traças	124
Controle	124
Beneficiamento	126
Limpeza	126
Descascamento	126
Separação pela câmara de palha	126
Separação de marinho	126
Brunição	127
Homogeneização	127
Classificação	127
Produção, Comercialização e Consumo	127
Produção	127
Comercialização	130
Incentivos à comercialização	130
Consumo	131
Coeficientes Técnicos, Custos, Rendimentos e	
Rentabilidade	132
Coeficientes técnicos	132
Custos de produção	132
Cultivo principal	132
Cultivo da soca	134
Produtividade de grãos	135
Rentabilidade	135

Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins

Alberto Baêta dos Santos

Raimundo Ricardo Rabelo

Introdução e importância

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma espécie hidrófila, cujo processo evolutivo tem levado à sua adaptação às mais variadas condições ambientais. O arroz é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo-se alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas. O aumento crescente de seu consumo impõe aos setores produtivos a busca de novas técnicas que possam aumentar a produção. Cultivado e consumido em todos os continentes, o arroz se destaca pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível econômico quanto social para os povos das nações mais populosas da Ásia, África e América Latina. O arroz é uma cultura que apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie com maior potencial de aumento de produção e, possivelmente, de combate à fome no mundo. Aproximadamente 90% de todo o arroz do mundo é cultivado na Ásia em mais de 250 milhões de pequenas propriedades, no sistema irrigado. Nesse continente, a maioria da população alimenta-se de arroz duas a três vezes ao dia.

O crescimento acelerado da população está aumentando a demanda do produto em proporções não compatíveis com o crescimento da produção, ou seja, a produção mundial de arroz não vem acompanhando o crescimento do consumo. Nos últimos seis anos, a produção mundial aumentou cerca de

1,09% ao ano, enquanto a população cresceu 1,32% e o consumo 1,27%, havendo grande preocupação em relação a estabilização da produção mundial. Para se atender a demanda, deverão ser adicionadas ao mercado mundial de arroz cerca de dez milhões de toneladas por ano. No entanto, a América Latina tem elevado sua produção em 4,34% ao ano e a produtividade de grãos em 3,22%. Detendo 12% das terras agrícolas e 13,2% dos recursos renováveis de água, a América Latina pode, futuramente, tornar-se o grande fornecedor desse cereal.

A maior parcela da produção de arroz no Brasil é proveniente do ecossistema várzeas, onde a orizicultura irrigada é responsável por 69% da produção nacional, sendo considerada um estabilizador da safra nacional, uma vez que não é tão dependente das condições climáticas como no caso dos cultivos de sequeiro. No Brasil, há 33 milhões de hectares de várzeas, com topografia e disponibilidade de água propícia à produção de alimentos. Entretanto, apenas 3,7% dessa área são utilizados para a orizicultura.

Na região tropical, a área cultivada com arroz irrigado é ao redor de 13% apenas, proporcionando cerca de 11% da produção total brasileira nesse ecossistema. As características dos solos e condições de hidromorfismo tornam estas áreas aptas à orizicultura irrigada. Nas Regiões Norte e Centro-Oeste, região dos Cerrados, há cerca de 12 milhões de hectares de várzeas, sendo a maior parte ainda sob mata ou pastagem nativa.

A disponibilidade de água, as condições climáticas e a extensão territorial conferem ao Estado do Tocantins grande potencial para produção agrícola, ressaltando-se as culturas de grãos, dentre estas, o arroz irrigado por inundação. No ecossistema várzeas, a área cultivada, em 2004/05, ficou próxima de 60 mil hectares, o que evidencia o grande potencial para a expansão da cultura irrigada no Estado.

Importância econômica

A planície sedimentar da Bacia do Araguaia, no Tocantins, ocupa cerca de 1,2 milhão de hectares. O vale do Araguaia constitui uma das regiões mais promissoras para a expansão da orizicultura brasileira, com condições para atendimento do mercado das Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste.

No período de 1989 a 2002, a área média cultivada com arroz nas várzeas do Estado do Tocantins foi de 49 mil hectares, com uma produção de 204 mil toneladas e produtividade média de 4.175 kg ha⁻¹.

No vale do Javaés, no Estado do Tocantins, tem-se uma imensa área de várzea, com mais de 500 mil hectares, entre os rios Araguaia e seus afluentes, Urubu, Javaés e Formoso, que é considerada a maior área contínua para irrigação por gravidade do mundo. Nesta área estão instalados o Projeto Rio Formoso, no município de Formoso do Araguaia, e o Projeto Javaés, na Lagoa da Confusão. Ambos os projetos ocupam apenas 45 mil ha com a cultura do arroz, no período chuvoso. A altitude da área está em torno de 200 m, e o relevo tem inclinação menor que 0,05%, o que favorece as inundações periódicas, dando origem a solos mal drenados.

Na safra 2003/04, a área total cultivada com arroz no Tocantins foi de 162,1 mil ha, dos quais 55,3 mil ha no sistema irrigado, com produtividade média de 4.482 kg ha⁻¹, e 106,8 mil ha no sistema de terras altas, cuja produção total foi de 417,1 mil toneladas, com produtividade média de 2.572 kg ha⁻¹ (Figura 1). O cultivo de arroz de terras altas é distribuído em todo o Estado, enquanto o irrigado está concentrado nas regiões Centro-Oeste e, principalmente, Sudeste, abrangendo os municípios de Cristalândia, Dueré, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium.

Importância nutricional e funcional

O arroz polido, forma em que o cereal é mais consumido em todo o mundo e que há cerca de um século faz parte dos hábitos alimentares do brasileiro, é considerado um alimento básico e essencial para o consumo de uma dieta saudável, como fonte primariamente de energia advinda de carboidratos complexos, além de fonte protéica. O grão de arroz integral é constituído por partes que diferem consideravelmente entre si em termos nutricionais, sendo superior ao do arroz polido, sobretudo em relação ao conteúdo de fibras, tiamina, niacina, ferro e zinco. As camadas periféricas do grão, que dão origem ao farelo, destacam-se pela presença de fibras e vitaminas do complexo B. O endosperma, à base de amido, é fonte também de proteína. O germe ou embrião, situado na camada de aleurona, distingue-se pela composição em proteínas e lipídios. De forma geral, as concentrações dos nutrientes reduzem-se gradativamente das camadas periféricas em direção ao interior do grão, exceto no caso do amido. Devido a essas diferenças na composição nutricional, os vários graus de beneficiamento

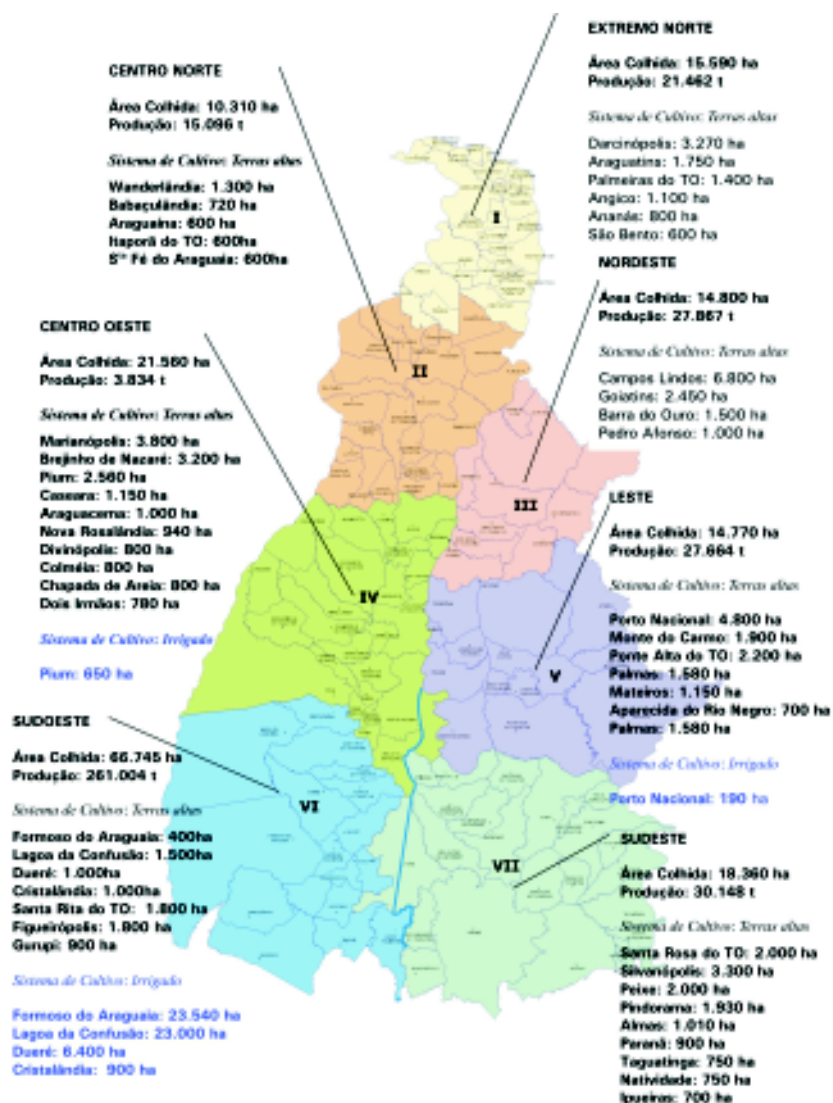


Fig. 1. Área e produção de arroz nos sistemas de cultivo irrigado e de terras altas, por região e por município, no Estado do Tocantins, na safra 2003/04.

do arroz determinam variações consideráveis nos teores dos nutrientes no grão. Várias técnicas de processamento do grão visam a minimizar os efeitos nocivos do polimento sobre o valor nutritivo do arroz, entre as quais a parboilização e o enriquecimento ou fortificação. Além do grau de beneficiamento, outros fatores influem no valor nutritivo do arroz, tais como as condições de cultivo e as formas de preparo do cereal para consumo. Ainda, existem diferenças varietais expressivas, especialmente em relação ao teor protéico e de micronutrientes. O arroz, em geral, possui uma composição em proteínas (aminoácidos essenciais) mais adequada em termos nutricionais que a de outros cereais, e suficiente para atender as necessidades de indivíduos adultos. Apesar dos baixos teores da gordura do arroz, esta é rica em ácidos graxos insaturados. O arroz é considerado um alimento saudável, sobretudo para populações ocidentais, onde a obesidade e as doenças cardiovasculares constituem problemas de saúde pública, pois contribui para o consumo de uma dieta baseada em alimentos de origem vegetal, sendo recomendado seu consumo diário em normas e guias alimentares existentes no Brasil. É de suma importância a preservação do hábito de ingestão diária de arroz, assim como o incentivo ao seu consumo em nosso país.

Em termos nutricionais, o arroz polido se destaca como fonte de energia, na forma de carboidrato complexo (amido) e de proteína. A remoção das camadas periféricas e do germe, durante o beneficiamento e polimento do grão integral, provoca perdas consideráveis de certos nutrientes. Aproximadamente 80% dos lipídios e da vitamina B₁ (tiamina), até quase 70% de fibra e de niacina e em torno de 50% dos teores de ferro e zinco são removidos na produção do arroz polido a partir do arroz integral. Devido a isso e à composição química do arroz em geral, populações que sobrevivem consumindo dietas à base de arroz, onde a grande maioria da ingestão energética advém do cereal, apresentam carências nutricionais mais comumente relacionadas com o baixo consumo de vitaminas do complexo B, vitamina A, cálcio e ferro. Dentre essas, a deficiência de tiamina é a mais relatada, conhecida como beribéri.

O valor nutricional do arroz integral é superior ao do arroz polido, sobretudo em relação ao conteúdo de fibras, tiamina, niacina, ferro e zinco. Contudo, o grão integral também contém, em suas camadas periféricas, o ácido fítico, que reconhecidamente reduz a biodisponibilidade de minerais como o cálcio, ferro e zinco, que estão presentes no cereal em quantidades relativamente baixas, especialmente o cálcio.

Várias técnicas de processamento do grão visam a minimizar os efeitos nocivos do polimento sobre o valor nutritivo do arroz, entre as quais a parboilização e o enriquecimento, ou fortificação. A parboilização é um processo hidrotérmico que envolve a maceração do grão (em casca) e posterior aquecimento com gelatinização do amido, favorecendo assim a migração de vitaminas hidrossolúveis em direção ao centro do grão e sua fixação em seu interior. Apesar de o arroz parboilizado estar disponível no mercado brasileiro, seu consumo é muito restrito.

O arroz constitui uma excelente fonte de energia devido ao tipo de carboidrato presente (complexo) e à elevada concentração do amido no grão. A ingestão diária de 150 g de arroz cru (cerca de 400 a 450 g de arroz cozido) contribui com aproximadamente 20% do aporte energético e 35% da ingestão de carboidratos em uma dieta de 2500 kcal. Esse valor energético corresponde a um valor médio aproximado das necessidades energéticas de indivíduos do sexo masculino, com mais de 18 anos, 70 kg e atividade física leve, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS). Vale acrescentar que, para indivíduos com atividade física moderada ou intensa (praticante de atividade física, trabalhador braçal, atleta), o consumo energético deve ser aumentado e, portanto, a ingestão diária de arroz pode ser maior, em torno de 200 g.

A concentração de proteína no grão de arroz é, em geral, próxima de 7% (base úmida), com pequenas diferenças entre arroz polido e arroz integral. Em uma alimentação saudável, o consumo, por exemplo, de 150 g de arroz contribui com 15% do aporte diário de proteína em relação a um aporte protéico total de 70 g dia⁻¹. Essa quantidade corresponde à recomendação de ingestão diária de 1 g de proteína (proveniente de alimentação mista) para cada kg de massa, conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN.

O aminoácido mais limitante do aproveitamento biológico das proteínas dos cereais é a lisina. Além da composição em aminoácidos essenciais, o valor protéico de um alimento depende também da digestibilidade da proteína. Apesar de a proteína do arroz apresentar boa digestibilidade, 88%, segundo OMS, o consumo de proteína apenas do arroz não supre totalmente as necessidades de aminoácidos de pré-escolares e por isso não pode ser considerada uma proteína de boa qualidade. Seu valor protéico corresponde a aproximadamente 60% do valor de uma proteína de referência. Por outro lado, a mistura arroz com feijão, tradicionalmente consumida pela população brasileira, resulta em uma proteína de

melhor qualidade que a do arroz, alcançando valores protéicos acima de 80%. Isto ocorre visto que os níveis dos aminoácidos limitantes em cada proteína (do cereal e da leguminosa) são corrigidos na mistura, devido à complementaridade desses aminoácidos. Nesse sentido, o arroz constitui boa fonte de proteína quando complementado com quantidades similares de proteínas de leguminosas, ou com quantidades menores de proteínas de origem animal, como recomendado em uma dieta saudável. Devido à significativa contribuição do arroz para o aporte de energia, sua proteína pode ser “poupada” como substrato energético e utilizada totalmente para suprir as necessidades protéicas endógenas. Isto é particularmente importante em situações onde a ingestão protéica está limitada.

O arroz é um alimento que pode ser consumido diariamente, em uma diversidade enorme de formas de preparo e associado aos mais diversos tipos de alimentos, como carnes, ovos, leguminosas e hortaliças, enriquecendo assim a qualidade nutricional da dieta. Considerando-se que o Brasil figura entre os dez maiores produtores mundiais de arroz e que o cereal constitui um alimento saudável, é de suma importância a preservação do hábito de ingestão diária de arroz, assim como o incentivo ao seu consumo em nosso país. Nesse contexto, o arroz agrega valores nutricionais e culturais inquestionáveis, contribuindo para uma alimentação e nutrição adequadas.

Uso de subprodutos e derivados do arroz

Nos últimos anos, a competição entre as indústrias pela manutenção e conquista de novos mercados tem determinado mudanças no comportamento geral das empresas, que sentem a necessidade de revisar seus processos tecnológicos de produção e qualidade de seus produtos. O mercado consumidor agora valoriza mais os fatores de qualidade e a competitividade do mercado que as indústrias de beneficiamento de arroz enfrentam, obrigam-nas a um gerenciamento de produção dinâmico. Dessa forma, o aproveitamento dos resíduos gerados tem despertado bastante interesse dos industriais.

O arroz para consumo humano tem sido tradicionalmente utilizado como o produto final do beneficiamento, sendo suas principais formas o arroz branco polido e o arroz parboilizado. O consumo de arroz integral, parboilizado ou não, é insignificante se comparado aos demais.

A utilização do arroz sob a forma industrializada está diretamente ligada ao poder aquisitivo da população. Em países do primeiro mundo, o arroz tem sido

transformado em diversos produtos prontos, de preparo rápido ou instantâneo, aos quais são agregados valores geralmente inacessíveis ao poder de compra da maioria da população mundial consumidora de arroz, inclusive a do Brasil. Como subprodutos do beneficiamento e processamento do arroz em casca, resultam o arroz quebrado, a casca e o farelo, subprodutos estes muito pouco utilizados, tanto na agroindústria alimentar como na não-alimentar.

A necessidade de um melhor entendimento do arroz, ou seja, benefícios nutricionais, propriedades funcionais, qualidades sensoriais, etc. é fundamental para o desenvolvimento de aplicações de valor agregado, formulação, modificação e avaliação. Isso vale para o arroz, seus componentes e subprodutos.

Do ponto de vista do arroz quebrado e quirera, destaca-se a possibilidade da produção de farinha e utilização do amido para a elaboração de produtos. A farinha de arroz apresenta composição química similar ao arroz que lhe deu origem, porém suas propriedades organolépticas e de viscosidade são influenciadas por algumas variáveis, por exemplo, o grau de moagem e granulometria, proporção de amilose na farinha, sua temperatura de gelatinização e suas características viscoamilográficas, entre outras. Destaca-se que a farinha de arroz não contém glúten e tem menor índice glicêmico em relação à farinha de trigo.

Pode citar-se diversos exemplos dos produtos a base da farinha de arroz no mundo, a partir da farinha ou da modificação de seu amido: leite de arroz, bebidas esportivas e bebidas para diabéticos, ingrediente em produtos como géis, pudins, sorvetes, alimentos infantis, ótimo substituto de gorduras em margarinas, *whip cream*, *sour cream*, *pastries*; o *Quick-cooking rice* que é arroz de cozimento rápido através de processo físico, que reduz o tempo de cocção de um arroz integral, 40-50 min., ao de um arroz branco, 20 min.; a *Rice-Based Fries*, um produto extrusado usando arroz quebrado e farelo, que apresenta o interior macio, a superfície crocante absorve 25 a 50% menos gordura em comparação à batata frita; a *Rice Batter*, uma farinha para empanados com excelente aderência e propriedades de fritura com baixa absorção de óleo, frango frito com esta farinha absorve menos 60% de óleo; *Low oil-uptake donuts*, massa para *doughnuts* feita à base de uma mistura de arroz e trigo, com capacidade de absorção de óleo 70% mais baixa que a massa convencional; isolado protéico com mais que 90% de proteína, subproduto do processamento

de xarope de arroz que contém alto valor agregado além de ser nutritivo e hipoalergênico, entre outros. Essas formas de utilização evidenciam o amplo potencial ainda inexplorado pela indústria de transformação do arroz no país.

O farelo de arroz é um subproduto de grande riqueza em compostos químicos. Possui aproximadamente 14% de proteína, 15 a 20% de lipídios e consideráveis quantidades de fibra de alto valor nutricional. Logo a partir do brunimento, o farelo de arroz é enviado para a retirada do óleo, rico em lipídios insaturados e que apresentam uma proporção entre os ácidos graxos muito saudáveis e que atende à necessidade humana. Entretanto, poucas são as empresas que fazem uso do farelo para a extração de óleo.

Na composição do farelo, encontram-se teores variáveis de amido proveniente do endosperma, como também resíduos da casca e de fragmentos de grão, devido ao processo de descasque e polimento do produto. Em um farelo de boa qualidade, esses contaminantes são indesejáveis e devem ser evitados, tanto quanto possível. O farelo de arroz é uma excelente fonte de vitaminas, principalmente do complexo B, e rico em compostos antioxidantes, como o gama-oryzanol e análogos da vitamina E, tocoferóis e tocotrienóis. Em relação a esses últimos componentes, apesar de atualmente se conhecer mais dos valiosos componentes e frações contidas no farelo, pouco valor agregado é obtido dele. A riqueza dos compostos antioxidantes do farelo pode ser empregada na indústria de fármacos e de cosméticos, em especial os análogos da vitamina E, tocoferóis, tocotrienóis, o gama-oryzanol e fitoesteróis, pois possuem propriedades de redução do mau colesterol, proteção contra raios ultravioleta e efeitos antioxidantes.

O farelo apresenta como principal problema a sua fácil rancificação, pois, no momento do brunimento, enzimas lipolíticas entram em contato com os lipídios do farelo, favorecendo a formação de ácidos graxos livres, aumentando a acidez do óleo e, em futuro próximo, desencadear o processo de degradação hidrolítica com a formação de peróxidos e compostos secundários, que dão sabor e cheiro de ranço ao farelo, sendo desaconselhável seu consumo.

O método tradicional para a estabilização do farelo é a extrusão termoplástica que, pela ação do calor, destrói a lipase, podendo também, concomitantemente à inativação enzimática, eliminar outros efeitos indesejáveis, como a desnaturação protéica e as perdas de vitaminas, alterando, ainda, de forma favorável o sabor e a cor original do produto. Outros métodos têm sido desenvolvidos estabilização

do farelo, por exemplo, a aplicação do calor e pressão por autoclave ou a utilização de uma enzima proteolítica que se tem mostrado muito eficiente para inativação das lipases antes de ela atuar no substrato.

Das formas com que pode ser utilizado, alia-se a característica do farelo ao de um composto específico do farelo e sua função, como exemplo: o farelo de arroz apresenta grande potencial como emulsificante em produtos que contêm alto teor de gordura, como também em substituição a gomas comerciais e amidos modificados usados como estabilizantes e emulsificantes em molhos prontos, líquidos ou não. Do farelo desengordurado retira-se a proteína, para uso alimentício ou não, que pode ser obtida também do farelo gordo e do estabilizado. Essa proteína é ainda um produto pouco utilizado, apesar de seu grande potencial. O processo de extração, utilizando álcali diluído, produz um concentrado com conteúdo protéico em torno de 50 a 60%.

Como uso não alimentício, destaca-se a produção de filmes de cobertura, aproveitando as propriedades hidrofóbicas de algumas das proteínas presentes no farelo, o que tem contribuído para aumentar o valor agregado desse subproduto do beneficiamento do arroz.

Um outro componente de grande importância do farelo de arroz é a presença de fibras que, por possuírem boa capacidade de absorção de água e óleo, podem ser utilizadas no desenvolvimento de uma enorme variedade de produtos industrializados, que requerem essas propriedades. Como exemplo, pode ser citada a indústria farmacêutica, onde fibras com alta capacidade de absorção de água têm papel importante no preparo de laxativos. Devido a seu custo reduzido, o farelo de arroz apresenta-se como uma excelente fonte de fibras em substituição à fibras tradicionais obtidas a partir de matérias primas de custo mais elevado.

Hoje, o farelo de arroz é utilizado como ingrediente em alimentos, aditivos em panificação, em misturas de farinhas, como alimentação animal e como fonte de óleo. É usado em misturas de farinhas de arroz com farelo de arroz estabilizado para o uso em produtos de panificação, em *snacks* extrusados, em cereais prontos para consumo, alimentos infantis como *crisps*, em granolas e barras de cereais, *trail mix* e coberturas em panificação.

Em produtos de panificação, a utilização do farelo aumenta a retenção de água, aumenta a emulsificação, aumenta a capacidade de reter óleos, melhora a estrutura

celular e dá força ao glúten, aumenta o tempo de prateleira e aumenta o rendimento, é recomendado em *doughnuts*, em massas laminadas, *muffins*, pasta e *pretzels*.

Apesar de a produção brasileira de subprodutos do beneficiamento do arroz ser bem superior às quantidades produzidas em países desenvolvidos, como os Estados Unidos da América e Japão, as tecnologias disponíveis no país para um aproveitamento mais rentável desses resíduos carecem de uma maior diversidade. Torna-se evidente, portanto, que sejam concentrados esforços de entidades oficiais e privadas para a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, alimentícios ou não, para o aprimoramento das condições higiênicas de recolhimento e armazenagem desses subprodutos, para a padronização, normatização e regulamentação das características de qualidade e identidade comercial, criando condições e estabelecendo políticas de incentivo ao seu aproveitamento pelo setor produtivo que já se utiliza de similares. Destaca-se, pois, a importância de agregar valor à cultura como um todo, beneficiando a sociedade em geral e os segmentos envolvidos na cadeia produtiva do arroz. O dinamismo da geração e implementação de tecnologias, promovendo excedentes comercializáveis, é uma das alternativas da atualidade na busca de segurança alimentar ao mesmo tempo em que contribui para maior competitividade do setor arrozeiro por recursos e mercados.

Fatores limitantes

O fator mais limitante da cultura é a incidência de doenças, especialmente a brusone, que é a responsável por perdas consideráveis na produção e na qualidade dos grãos. A ocorrência da doença é favorecida pelas condições climáticas predominantes na região e pelo manejo deficiente da água de irrigação em diversas áreas de cultivo.

Para a região tropical, é necessário desenvolver sistemas de produção que possibilitem minimizar os efeitos prejudiciais de determinados fatores bióticos e abióticos sobre a cultura e fazer que a planta de arroz possa conviver de forma sustentada com esta situação, com danos mínimos ao ecossistema várzeas. Como fatores bióticos, consideram-se as incidências extremamente elevadas de doenças, como a brusone causada pelo fungo *Pyricularia grisea*, e de pragas, como o percevejo-do-grão, *Oebalus spp.* Como fatores abióticos, os estresses térmicos podem estar afetando negativamente a produtividade do arroz, devido à elevação da temperatura da água de irrigação que, em certas épocas, atinge valores extremamente altos. Ademais, a menor produtividade em condições

tropicais pode ser atribuída também à redução do ciclo da cultura e à menor resposta aos fertilizantes, especialmente, ao nitrogênio.

Sucessão de culturas de sequeiro com o arroz irrigado

No Estado do Tocantins, a presença de um período seco com a possibilidade de manejo da água dos canais e do lençol freático por subirrigação viabilizou, na entressafra do arroz irrigado, o cultivo de espécies de sequeiro, como soja, sorgo, algodão, melancia, milho, feijão, melão, tomate industrial e abóbora, entre outras. Esta utilização intensiva das várzeas favorece o cultivo do arroz irrigado. Assim, na região tropical, a utilização das várzeas pode ser feita de forma sustentável, pois permite o cultivo de duas a três safras por ano na mesma área, tendo, portanto, maior produção anual de fitomassa que nas várzeas da região subtropical. Por conseguinte, uma segunda colheita de arroz, mediante o cultivo da soca, pode ser uma das primeiras alternativas viáveis para aumentar a produtividade de grãos.

Por possuírem menor custo de produção e melhor qualidade sanitária que as produções obtidas nas regiões tradicionais de cultivo, as espécies de sequeiro, cultivadas nas várzeas na estação seca, podem se apresentar, às vezes, como alternativas mais interessantes economicamente que o arroz irrigado. Com o uso da subirrigação, são produzidas sementes, como de feijão, de alta qualidade sanitária e fisiológica, pois as plantas não apresentam incidência de doenças foliares, dispensando, portanto, a aplicação de defensivos para este fim, bem como para doenças do solo. Com isso, pode haver competição pela água armazenada nos reservatórios para irrigação destas espécies com a cultura de arroz nos estádios iniciais de desenvolvimento. Caso não ocorra precipitação pluvial em quantidade suficiente com boa distribuição, o cultivo de arroz irrigado pode ser prejudicado.

Resultados de pesquisa têm mostrado que é possível sustentar a produção em longo prazo em várzeas tropicais, com o mínimo de degradação do ambiente.

Clima

O pensamento generalizado de que o conhecimento das relações entre o clima e as plantas é de pouco valor prático deve ser esquecido, pois o homem é capaz de ajustar as práticas agrícolas ao clima. Todas as culturas, umas em maior outras em menor grau, são sensíveis às condições climáticas adversas. Variações do tempo podem provocar flutuações dos produtos agrícolas e, em consequência, alterar os preços e a condição financeira dos produtores.

Para que a lavoura fique menos vulnerável às alterações meteorológicas, o produtor deve conhecer as características climáticas da região em que está situada a sua propriedade, antes de definir o que e quando plantar. Isto porque o crescimento e o desenvolvimento da planta de arroz têm relação direta com a radiação solar e com as temperaturas do ar, do solo e da água.

Radiação solar

A quantidade de radiação solar requerida pela cultura do arroz está associada ao estágio de crescimento da planta. Na fase reprodutiva, a radiação solar apresenta-se como um elemento climático de função essencial. Por outro lado, caso ocorra diminuição da radiação solar no estágio vegetativo, os efeitos negativos no arroz serão mínimos. Já na fase inicial de crescimento, a cultura de arroz não será inibida pela diminuição da energia solar, exceto sob condições de excessiva nebulosidade e baixos valores de temperatura do ar. À medida que a cultura do arroz se desenvolve e produz mais folhas, cria-se um microclima entre as plantas, resultando em um sombreamento. Por isso, para reduzir o efeito negativo proveniente deste fato, são necessários altos níveis de radiação solar. Obviamente, o tipo de planta e as práticas agrícolas têm influência direta na formação desse ambiente.

É sabido que o incremento de matéria seca ocorre principalmente na forma de grãos, após o florescimento, dependendo também da quantidade de fotossíntese, a qual está associada à quantidade de radiação solar recebida e/ou absorvida pela cultura neste período. Para definir a época mais apropriada para o plantio, é preciso, portanto, levar em conta o período em que a cultura vai estar exposta ao máximo índice de radiação solar durante o estágio reprodutivo, ou seja, deve-se planejar a semeadura para que a época de floração coincida com os dias mais longos, quando normalmente a taxa de energia solar é bem maior.

No Estado do Tocantins, não há nenhuma limitação no que se refere à radiação solar, pois esses valores são superiores a $250 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

Temperaturas do ar, do solo e da água

Embora a influência de um elemento climático sobre a cultura do arroz não deva ser considerada isoladamente, deve-se destacar que a temperatura do ar exerce forte influência no desenvolvimento da planta, com consequência no rendimento de grãos. Valores altos de temperatura do ar, maior que 35°C , concorrem para o aumento da respiração e, como efeito, diminuem o crescimento da planta de

arroz e a produtividade da cultura. A combinação da temperatura do ar de 25°C e radiação solar de 500 cal/cm²/dia resulta em alta produção de grãos.

No município de Formoso do Araguaia-TO, Latitude 11°47'49" S e longitude 49°31'44" W, o elemento climático de maior importância é a temperatura do ar. Na Figura 2 pode-se observar que a temperatura mínima do ar, acima de 16°C, não apresenta nenhum problema para o desenvolvimento do arroz. Entretanto, a temperatura máxima do ar, no período de agosto a outubro, apresenta valores superiores a 35°C. Índices térmicos semelhantes a este poderão, dependendo da fase de desenvolvimento da cultura, trazer alguma consequência negativa no rendimento da cultura. Se isto ocorrer na fase de floração, por exemplo, poderá haver um sensível aumento na esterilidade das espiguetas.

Com relação à temperatura do solo, sabe-se que, para uma boa germinação, é preciso que o solo apresente valores iguais ou superiores a 20°C. No caso de a temperatura ultrapassar 35°C, recomenda-se a aplicação de uma pequena lâmina de irrigação para diminuir os valores deste elemento climático.

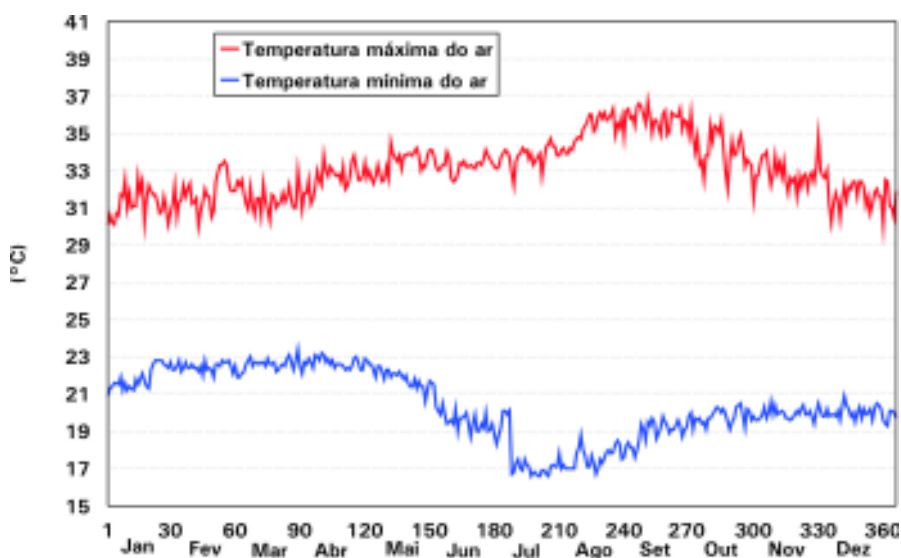


Fig. 2. Comportamento térmico na região do município de Formoso do Araguaia, TO.

Na fase inicial de crescimento da planta, a temperatura da água afeta diretamente as gemas que estão sob a água e são responsáveis pelo desenvolvimento das folhas, afilos e panículas. Já nas fases seguintes, de crescimento e alongação, a planta terá o seu desenvolvimento afetado tanto pela temperatura da água como pela temperatura do ar.

Vale lembrar que, na maioria dos casos, a temperatura da água é superior à do ar pelo fato de o ambiente regido pela água absorver muito mais energia. Neste caso, a água de irrigação deve ser renovada à medida que a temperatura da água ultrapasse 40°C.

Época de semeadura

A época de semeadura é uma das práticas que desempenha um papel de destaque na obtenção de altos e estáveis níveis de produtividade, por permitir que as fases críticas da planta coincidam com os períodos climáticos mais favoráveis.

No Estado do Tocantins, a semeadura deve ocorrer no início do período chuvoso, ou seja, no mês de outubro, estendendo-se até 20 de dezembro, o que favorece a germinação das sementes e o estabelecimento da cultura. Nas semeaduras mais tardias, as chuvas podem dificultar a operação de plantio. Além disso, resultados de pesquisa têm mostrado que, quanto mais se retarda a semeadura, maior é a probabilidade de ocorrência de brusone.

Solos

O Brasil apresenta uma grande diversidade de classes de solos. Para agrupar os solos brasileiros de acordo com suas características comuns, disponibilizar uma ferramenta para previsão do seu comportamento diante de determinados usos e/ou práticas de manejo e permitir a comunicação entre os diversos profissionais que atuam na ciência do solo e áreas correlatas, desenvolveu-se o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). O SiBCS congrega o conhecimento e o estado atual da arte sobre os solos brasileiros, nomeando, hierarquizando, agrupando e separando os solos, de acordo com as características comuns ou diferenciais. As classes e características dos solos citadas neste trabalho referem-se àquelas descritas no SiBCS.

Extensão e distribuição dos solos do Estado do Tocantins

Com base no mapa de solos do Brasil, publicado pela Embrapa Solos, em 2003, e no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, pode-se, de maneira bastante genérica, distinguir oito classes de solos representativas do Estado do Tocantins, cuja extensão e distribuição são detalhadas na Figura 3 e na Tabela 1.

Tabela 1. Área absoluta e relativa das principais classes de solos do Estado de Tocantins.

<i>Classe de solo</i>	<i>Área absoluta (km²)</i>	<i>Área relativa (%)</i>
Latossolo	72.816,80	26,23
Plintossolo	61.834,25	22,28
Argissolo	56.384,08	20,31
Neossolo Quartzarênico	46.671,12	16,81
Neossolo Litólico	16.317,68	5,88
Gleissolo	13.311,56	4,79
Nitossolo	5.666,85	2,04
Cambissolo	886,85	0,32
Corpos de água	3.731,74	1,34
Total	277.620,93	100,00

As classes dos Latossolos, Plintossolos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos distribuem-se em aproximadamente 90% da área. Solos considerados jovens, como os Neossolos Litólicos e Cambissolos, ocupam em torno de 6% da área tocaninense. Estes, em geral, apresentam aptidão restrita ou nula ao cultivo agrícola em grande escala, seja devido a sua pequena profundidade efetiva e presença freqüente de cascalhos na superfície, seja devido ao relevo geralmente movimentado, característico das paisagens onde ocorrem.

Classes de solos mais adequadas para o cultivo do arroz irrigado no Tocantins

O Estado do Tocantins atualmente é considerado uma das regiões mais promissoras para a expansão orizícola irrigada do país devido à grande oferta de extensas áreas de várzea, cujos tipos e características de solos e

condições de hidromorfismo tornam-nas aptas ao cultivo irrigado por inundação contínua.

É na planície sedimentar do rio Araguaia, onde os solos da classe dos Plintossolos e Gleissolos (Figura 3), predominantemente de baixa fertilidade natural, com baixos valores de pH e de cátions básicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , etc.), estão sendo cultivados com arroz irrigado por inundação contínua. Muitos desses problemas são facilmente minimizados ou corrigidos com a utilização de cultivares e/ou aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes. As características gerais das classes de solos Plintossolos e Gleissolos são relatadas a seguir.

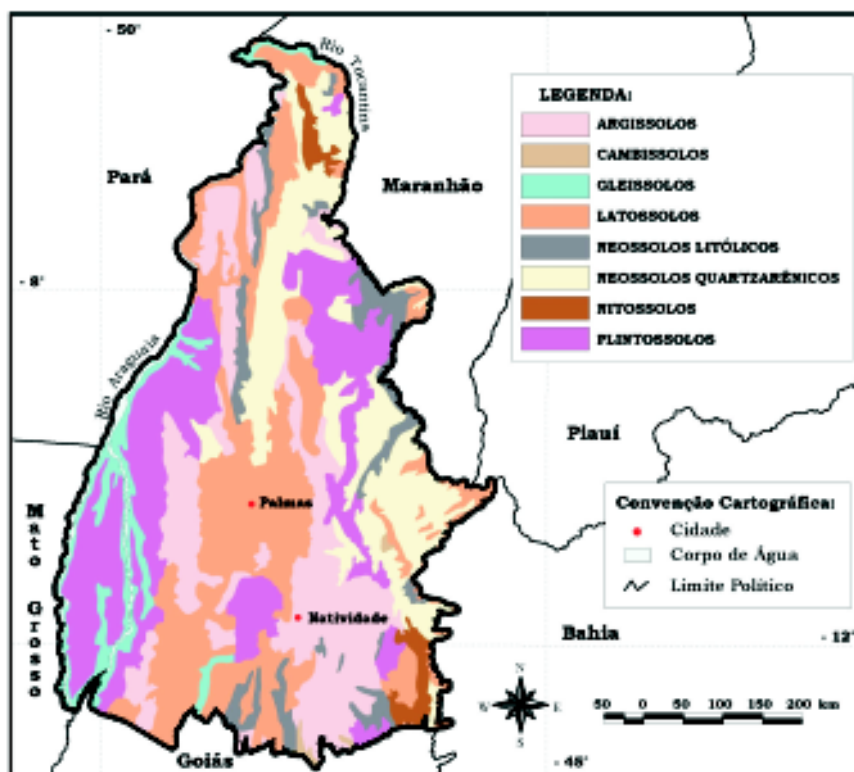


Fig. 3. Mapa de solos do Estado de Tocantins, elaborado pela Embrapa Solos.

Plintossolos

A característica mais marcante dos Plintossolos é a presença de manchas ou mosqueados avermelhados, ricos em ferro e de consistência macia, que podem ser facilmente individualizados da matriz do solo ou, ainda, de nódulos ou concreções ferruginosas, extremamente duras, que formam, algumas vezes, espessas camadas contínuas e endurecidas de material ferruginoso. Os materiais ferruginosos macios, denominados plintita, formam geralmente um emaranhado de cores bem contrastante com a matriz do solo. São constituídos de uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio, com quartzo e outros materiais. Os materiais endurecidos são formados a partir das plintitas de consistência macia, que endurecem quando submetidas a ciclos sucessivos de umedecimento e secagem.

A profundidade de ocorrência, a quantidade e intensidade de cimentação do material ferruginoso são fatores que condicionam a aptidão agrícola das áreas onde predominam os Plintossolos. A presença de petroplintita, por exemplo, a pouca profundidade ou em superfície, formando camadas contínuas e espessas, mais comuns nas terras altas e bem drenadas do Estado, constitui forte limitação ao uso agrícola. Isto porque a permeabilidade do solo, a restrição por enraizamento das plantas e o entrave ao uso de equipamentos agrícolas podem se tornar críticos. Além disto, a baixa fertilidade natural, a elevada acidez e toxicidade por alumínio, muito comuns na classe dos Plintossolos em geral, tornam-nos, neste caso, inaptos ou com aptidão restrita ao cultivo.

Cabe esclarecer que os Plintossolos situados nas planícies do rio Araguaia no Estado do Tocantins apresentam predominância de plintita no perfil, sem ou com pouca petroplintita, que geralmente permanecem saturados com água ou submersos a maior parte do ano. Assim, a presença de plintita em profundidade pode constituir um forte impedimento à drenagem e, com isto, favorecer a manutenção adequada da lâmina d'água ou proporcionar melhores condições de umidade no perfil do solo na época da estiagem. Esses fatores concorrem para o melhor desenvolvimento do arroz irrigado por inundação contínua.

Nesse solo, há que se ter cuidado com o dimensionamento dos drenos por ocasião da drenagem, para que não haja ressecamento excessivo e conseqüente endurecimento da plintita e formação de petroplintita, criando, desta forma, um impedimento mecânico ao escoamento natural de água e ao desenvolvimento de raízes das plantas cultivadas.

Gleissolos

Os solos hidromórficos são formados sob grande influência do excesso de umidade, permanente ou temporária. Caracterizam-se por apresentar horizontes com cores cinzentas ou neutras (horizonte glei), geralmente a 50 cm da superfície do solo ou imediatamente abaixo do horizonte superficial (horizonte A). As cores são indicativas da formação dos solos em ambiente redutor devido ao lençol freático permanecer elevado durante a maior parte do ano. Podem apresentar também pequenas manchas avermelhadas, escuras ou amareladas, em decorrência da mobilização e segregação de compostos de ferro em ambiente redutor, que contrastam com o fundo neutro ou acinzentado característico dos Gleissolos.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, os Gleissolos são subdivididos em: Gleissolos Tiomórficos, aqueles com baixo pH, geralmente menor que 3,5, devido à presença de ácido sulfúrico; Gleissolos Sálícos, solos que contêm sais que interferem no desenvolvimento das plantas; Gleissolos Melânicos, aqueles de horizonte superficial escuro, com elevado conteúdo de matéria orgânica; e Gleissolos Háplicos, solos cujas classes não se enquadram nas anteriores.

No Estado do Tocantins predominam os Gleissolos Háplicos e os Melânicos. Em geral, apresentam grande variação de suas características, tanto em profundidade como ao longo da paisagem, pois são de natureza aluvionar, caracterizada por uma sucessão de camadas de natureza distinta, praticamente sem qualquer relação pedogenética entre si.

Generalizando, pode-se considerar que nas planícies aluvionares do Araguaia há maior predominância dos Gleissolos de baixa fertilidade natural, muitos dos quais com elevados teores de alumínio extraível em profundidade. Nesses casos, a neutralização da acidez com a calagem é problemática. A presença de plintita nesses solos é outra característica constante que denota sua condição intermediária para Plintossolos.

Os Gleissolos Melânicos, devido ao maior conteúdo de matéria orgânica, geralmente são mais férteis e apresentam melhores condições físicas, quando comparados aos Gleissolos Háplicos de mesma textura. Quando de textura muito argilosa em subsuperfície, os Gleissolos em geral podem apresentar sérios problemas quando drenados, tornando-se muito endurecidos à medida que secam, o que prejudica o desenvolvimento das raízes e a produtividade das culturas.

Sistematização e preparo do solo

Importância da sistematização

A sistematização do terreno proporciona distribuição uniforme da lâmina de água nos tabuleiros, reduzindo a incidência da brusone, e facilita a drenagem superficial. Além de diminuir o consumo de água, a sistematização proporciona melhor distribuição da umidade do solo na zona radicular das plantas, quando da subirrigação para as culturas da entressafra, melhora a eficiência da sementeira, proporciona melhor controle de plantas daninhas, aumenta a produtividade e melhora a qualidade do produto.

Quando e como fazer a sistematização

A sistematização deve ser feita no período da seca. Quando a subirrigação for usada na entressafra, o ideal é estabelecer um plano uniforme, ou seja, 0% de desnível dentro dos tabuleiros. Para evitar grandes movimentações de terra em tabuleiros em que o desnível é elevado, as dimensões dos tabuleiros devem ser ajustadas de maneira que, na sistematização, os cortes/aterros não ultrapassem os 10 cm. Recomenda-se proceder a nova microssistematização da área a cada dois a três anos, pois, com a movimentação de máquinas sobre o terreno, ocorre a acomodação do solo, fazendo surgir pequenas ondulações.

Quando não for possível estabelecer um plano uniforme dentro dos tabuleiros, é desejável que o desnível interno seja, no máximo, de 10 cm.

Sistemas de preparo do solo

Dentre outras razões, o preparo do solo é realizado para propiciar condições satisfatórias para a operação de plantio, para a germinação das sementes, para a emergência das plântulas, para o desenvolvimento e a produção das plantas, como também para a eliminação das plantas daninhas, o controle da erosão e a descompactação do solo.

O preparo do solo envolve as etapas primária e secundária, utilizando um ou mais implementos. O preparo primário consiste em operações mais profundas, para as quais, em geral, utilizam-se arados ou grades aradoras, visando principalmente ao rompimento de camadas compactadas e a eliminação e enterrio da cobertura vegetal. No preparo secundário, as operações são mais superficiais, realizadas com grades leves para destorroar, nivelar, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. Para desempenhar estas funções e preparar o solo numa só ou em várias operações,

existem diversos tipos, marcas e modelos de equipamentos agrícolas no mercado. Comumente, mais de uma operação é realizada, combinando tipos de equipamentos, numa ordem previamente definida, conforme os objetivos desejados. Para o cultivo do arroz nos diferentes sistemas de produção, são necessárias práticas distintas de preparo do solo. Além dos sistemas de produção, as práticas de preparo variam com a textura, a estrutura e o grau de compactação do solo, bem como com a disponibilidade de equipamentos. No cultivo de arroz irrigado são distintos dois sistemas de preparo do solo, o do solo seco e do solo alagado.

Preparo do solo seco

Consiste em arar o solo, numa profundidade de 20-25 cm, visando a incorporar restos culturais e plantas daninhas. Havendo muita palhada e plantas daninhas, é aconselhável realizar a operação de incorporação com grade aradora, entre dez e trinta dias antes da aração. Após a aração são efetuadas duas ou três gradagens leves, dependendo da classe de solo, com intervalo de uma semana, sendo a última imediatamente antes da semeadura, para se obter bom destorroamento e nivelamento do solo e controle de plantas daninhas.

No sistema de semeadura direta, em linha ou a lanço, o solo deve apresentar uma camada superficial finamente destorroadada, de maneira que sejam dadas as condições adequadas à germinação das sementes. Assim, o uso da enxada rotativa constitui uma alternativa para o destorroamento, devendo, entretanto, ser utilizada somente quando a grade leve não tiver condições de realizar satisfatoriamente essa operação. Independentemente do método de preparo do solo usado, é necessário fazer o aplainamento da superfície do terreno para corrigir as irregularidades nas quadras. Essa prática, além de permitir a uniformização da lâmina de água e o controle mais eficiente das plantas daninhas, também favorece o sistema de plantio com sementes pré-germinadas.

Preparo do solo inundado

Em áreas onde há ocorrência de chuvas freqüentes, a alternativa é o preparo do solo com água, para o qual a enxada rotativa, a lâmina traseira e a grade de dentes são os equipamentos mais utilizados.

O procedimento para efetuar o preparo do solo alagado consiste na inundação do solo, na aração e, por fim, no nivelamento da área com lâmina traseira e/ou, com grade niveladora. A inundação do terreno deve ser feita com sete dias de antecedência    aração. Este período pode variar dependendo da classe de solo e da quantidade de resíduos da cultura anterior.

A aração realizada com enxada rotativa tem por objetivos o revolvimento do solo e a incorporação da matéria orgânica. Em geral, uma única aração bem realizada é suficiente. Uma segunda aração é necessária no caso de a primeira ter sido feita de forma superficial e não ter permitido a incorporação dos restos culturais de modo satisfatório. Em solo profundo, é conveniente realizar a primeira aração com o solo seco, a fim de não desagregá-lo profundamente, o que pode ocasionar atolamento de máquinas no momento da gradagem ou da colheita. Havendo necessidade de uma segunda aração, é conveniente que ela seja feita uma semana após a primeira, para eliminar as plântulas emergidas.

Não é possível utilizar a grade de dentes em terrenos desnivelados cujas partes mais altas não ficam suficientemente umedecidas. Nesse caso, utiliza-se a lâmina traseira para efetuar pequenos cortes e transportar a terra das partes mais altas para as mais baixas.

Para a gradagem, ou nivelamento final, procede-se à drenagem do excesso de água, deixando somente a quantidade suficiente que permita observar as partes altas e baixas do terreno. Durante a gradagem, deve-se levar a lama às partes mais baixas. Em solo bem nivelado, o arroz apresenta florescimento e maturação mais uniforme, o que facilita a determinação da época adequada da realização de tratos culturais e da colheita, a qual influi na qualidade dos grãos.

Época de preparo

Antes de preparar o solo, deve-se avaliar a possibilidade de trafegar no terreno com trator e máquinas pesadas. A capacidade do solo em suportar e permitir o trabalho dessas máquinas depende muito da umidade existente. A época ideal para se preparar o solo é quando o trator, operando com um mínimo de esforço, produz um serviço de melhor qualidade. Isto ocorre no ponto de friabilidade, ou seja, no momento em que o solo está com um teor de umidade em que parte dele, sendo comprimida na mão, é facilmente moldada, mas que, tão logo cessada esta força, a amostra é facilmente esboroadada.

Quando o preparo é feito em solo muito úmido, ocorrem danos físicos na estrutura do solo, principalmente no sulco deixado pelas rodas do trator e aderência aos órgãos ativos dos implementos, até o ponto de inviabilizar a operação. Já o preparo com o solo muito seco exige maior número de operações para o destorroamento e maiores gastos de combustível e de tempo.

A época de preparo do solo pode variar de acordo com os objetivos da operação. Se o principal objetivo for o controle de plantas daninhas ou a incorporação de resíduos vegetais, o preparo pode ser realizado com bastante antecedência à semeadura. Nesse caso, recomenda-se proceder à aração após a última colheita, realizando a gradagem imediatamente antes da implantação da nova cultura. Uma segunda alternativa seria incorporar o material vegetal ao solo com o uso de grade e, 10 a 30 dias após, realizar a aração.

Tanto no solo seco como no alagado, a aração deve anteceder o plantio em cerca de 30 dias, para permitir a decomposição da matéria orgânica. A gradagem, ou o nivelamento final, deve ser efetuada imediatamente antes da semeadura.

Desempenho de arados e grades

As operações de preparo do solo, pelo fato de poderem ser realizadas com variadas combinações de equipamentos ou sistemas de preparo, resultam em diferentes níveis de consumo de energia. A seleção de um sistema de preparo depende do nível de energia requerido individualmente por um equipamento, de como esse requerimento varia em combinação com outros equipamentos e também dos efeitos desses sobre a conservação da água e do solo e a produção das culturas. Em suma, o preparo ótimo de um solo representa a adequação entre as condições do solo que favorecem o desenvolvimento das culturas, proporcionando máxima produção, com a disponibilidade de nutrientes e o custo mínimo operacional, especialmente no que se refere aos gastos com energia.

O consumo de combustível pode ser empregado como um índice para comparar o requerimento de energia das operações de preparo, embora muitos fatores influenciem seu valor, tais como: textura, estrutura e teor de água do solo; tipo e regulagem do equipamento; velocidade de trabalho; profundidade do preparo; e modo de deslizamento das rodas do trator. Ainda, o consumo de combustível pode ser influenciado pela habilidade do operador, pela dimensão da área a ser trabalhada e pela potência do trator.

O consumo de combustível por área trabalhada é maior com o uso do arado de disco, devido à sua menor capacidade de trabalho, ao contrário da grade aradora, que demanda menor consumo de combustível e apresenta maior capacidade de trabalho, sendo o equipamento mais indicado para as várzeas.

Ao comparar-se o consumo de combustível em relação ao volume de solo mobilizado por área, verifica-se pouca diferença entre os equipamentos de preparo do solo.

Adubação e calagem

Os principais nutrientes cuja deficiência limita a produtividade do arroz irrigado no Estado do Tocantins são o nitrogênio, o fósforo e o potássio. Ressalta-se, contudo, que a deficiência de zinco tem sido observada em algumas áreas.

Nitrogênio

A importância do nitrogênio na cultura do arroz irrigado é indiscutível. O nitrogênio é responsável pelo aumento da área foliar da planta, o que melhora a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, e dos componentes da produtividade e, conseqüentemente, da produtividade de grãos. A cultura de arroz geralmente responde à aplicação de nitrogênio, se outros fatores da produção não forem limitantes. Se o nitrogênio não for aplicado na quantidade e época corretas, a sua deficiência logo aparece na cultura do arroz. As principais razões da deficiência deste nutriente são suas perdas por vários processos, baixas doses de aplicação e diminuição do teor de matéria orgânica devido aos cultivos sucessivos. À exceção do potássio, o nitrogênio é também o nutriente que a planta de arroz acumula em maior quantidade.

O nitrogênio é um nutriente facilmente perdido por lixiviação, volatilização e desnitrificação. Nesta situação, seu manejo apropriado é fundamental, tanto para a redução do custo de produção quanto para a minimização dos efeitos da poluição ambiental. A eficiência do uso do nitrogênio pode ser aumentada com o uso da dose adequada, época apropriada de aplicação, manejo adequado de água, controle de doenças, pragas e plantas daninhas e uso de espaçamento entre linhas e densidade de semeadura adequados. O emprego de cultivar com alto potencial de produção e eficiente no uso de nitrogênio também é um componente importante do sistema de produção do arroz irrigado.

Dose

A dose adequada de nitrogênio é aquela cuja quantidade propicia uma produtividade máxima econômica e acima da qual não há resposta da cultura que justifique aumentar a quantidade do nutriente em estudo. Por ser o nitrogênio um nutriente móvel no solo e que muda de concentração em função de clima, solo e tempo, as recomendações de adubação nitrogenada são feitas com base na

resposta da cultura à aplicação deste nutriente em condições de campo. Em estudo conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, em condições de campo, verificou-se resposta significativa e quadrática da produtividade de grãos com a aplicação de nitrogênio, nos três anos de experimentação (Figura 4). No primeiro ano, 90% da produtividade máxima, 6.298 kg ha⁻¹, considerado o nível econômico, foi obtida com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N. No segundo e terceiro anos, este nível foi obtido com a aplicação de 90 kg e 78 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, correspondendo a 6.345 kg ha⁻¹ e 5.203 kg ha⁻¹. A média dos três anos mostrou que 90% da produtividade máxima, 5.731 kg ha⁻¹, foi obtida com a aplicação de 84 kg ha⁻¹ de N, o que significa que houve efeito residual do nitrogênio. Em outro ensaio de campo também foi demonstrado que a cultura do arroz irrigado responde significativamente e de maneira quadrática à aplicação de nitrogênio (Figura 5). Com até 200 kg ha⁻¹ de N, a cultura respondeu significativamente, mas 90% da produtividade máxima foi obtida com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N. Com base nestes resultados, a dose recomendada de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado situa-se na faixa de 90 kg a 120 kg ha⁻¹.

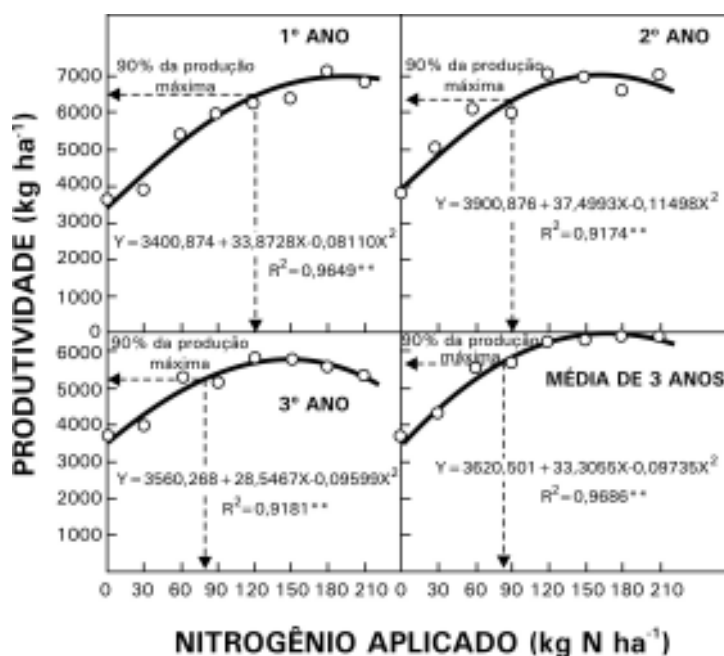


Fig. 4. Relação entre o nitrogênio aplicado e a produtividade de grãos.

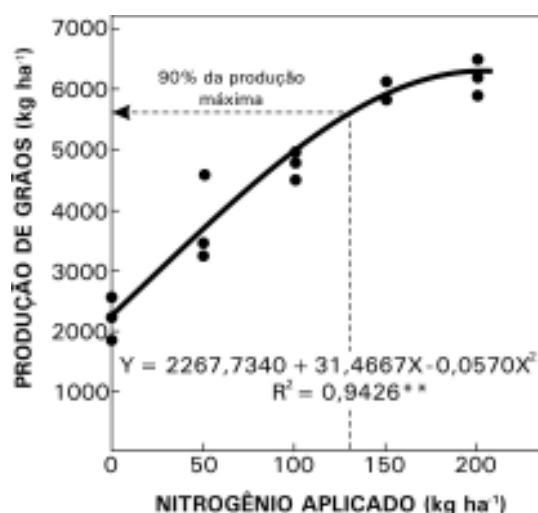


Fig. 5. Resposta do arroz irrigado à aplicação de nitrogênio. Médias de produtividade de 12 genótipos.

Época de aplicação

Como o nitrogênio é um nutriente móvel no sistema solo-planta e se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação, o parcelamento durante o ciclo da cultura pode aumentar sua eficiência de utilização. A disponibilidade do nutriente na concentração adequada, quando a cultura dele necessita em maior quantidade, é importante para aumentar a sua eficiência de absorção e utilização. A perda de nitrogênio é maior no sistema solo-planta, se sua aplicação não ocorrer na época correta. Na cultura de arroz irrigado, há possibilidade de perda, também, devido à inundação e às transformações químicas no solo.

Nos experimentos conduzidos em diversos locais na região tropical, as maiores produtividades de grãos foram verificadas quando o nitrogênio foi aplicado na semeadura, juntamente com o fósforo e potássio, e em duas coberturas, ou seja, por ocasião do perfilhamento ativo, cerca de 45 dias após a emergência das plântulas (DAE) e na diferenciação do primórdio floral, aproximadamente aos 65 DAE, dependendo da cultivar. É oportuno lembrar que a aplicação tardia desta última cobertura pode favorecer a ocorrência de brusone nas panículas. Outra alternativa é efetuar a adubação nitrogenada em duas épocas, ou seja, fazer a aplicação parcelada da metade do nitrogênio na semeadura, e a outra metade, no estágio de perfilhamento ativo. A ocorrência de brusone nas folhas pode ser favorecida pelo fornecimento de maiores quantidades de nitrogênio na

semeadura; neste caso, portanto, o tratamento de sementes das cultivares suscetíveis é indispensável. Na aplicação na semeadura, parte do nitrogênio poderá ser fornecida a lanço, e o restante, mediante o adubo formulado no sulco, juntamente com o fósforo e potássio. Isto poderá resultar em redução do custo da adubação. A aplicação de todo o nitrogênio por ocasião do plantio propiciou menor resposta do arroz, indicando a ocorrência de maiores perdas de NH_3^+ .

Tem-se verificado que a aplicação de nitrogênio na época do emborrachamento e da floração não aumenta a produtividade de grãos, em comparação com a aplicação realizada mais cedo, no estágio de desenvolvimento da planta. Quando se aplica o nitrogênio mais cedo, produz-se maior número de panículas, que é um dos componentes que determinam a produtividade de grãos.

Fontes de nitrogênio

As principais fontes de nitrogênio são os fertilizantes químicos, que apresentam variações químicas e físicas. Devido a essas diferenças, cada fertilizante reage no solo de maneira diversa, e sua eficiência, como fonte de nitrogênio, também varia.

Os principais fertilizantes nitrogenados, sua fórmula química e o teor de nitrogênio são apresentados na Tabela 2. No Brasil, as principais fontes de nitrogênio utilizadas na cultura do arroz são a uréia e o sulfato de amônio. Os nitratos não são recomendados devido à sua fácil perda pelos processo de lixiviação e desnitrificação em solos inundados.

Tabela 2. Principais fertilizantes nitrogenados e algumas de suas propriedades.

<i>Fertilizante</i>	<i>Fórmula química</i>	<i>Teor de N (%)</i>	<i>Solubilidade em água (%)</i>
Sulfato de amônio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21	100
Uréia	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	45	100
Nitrato de amônio	NH_4NO_3	33	100
Cloreto de amônio	NH_4Cl	26	100
Cianamida de cálcio	CaCN_2	21	100
Nitrato de cálcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	16	100
Nitrato de sódio	NaNO_3	16	100
Amônia anidra	NH_3	82	100
Nitrato de potássio	KNO_3	13	100
Fosfato monoamônico	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	11	100
Fosfato diamônico	$(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$	18	100

Tanto o sulfato de amônio como a uréia são igualmente efetivos, porém o custo de aplicação da uréia é menor em relação ao sulfato de amônio, pois a uréia contém 45% de nitrogênio contra 21% de nitrogênio do sulfato. Por outro lado, como o sulfato de amônio contém cerca de 24% de enxofre, em caso de deficiência deste nutriente, uma parte do nitrogênio deve ser aplicada como sulfato de amônio.

Fósforo

Depois do nitrogênio, o fósforo é o nutriente cuja deficiência mais limita a produtividade do arroz irrigado nos solos de várzea do Brasil. A deficiência deste nutriente está relacionada ao seu baixo teor natural no solo e à alta capacidade de fixação dos solos de várzea. A deficiência de fósforo diminui o número de perfilhos e a área foliar e, conseqüentemente, reduz o processo fotossintético na planta. Entre outras funções fisiológicas e bioquímicas, este nutriente aumenta o número de panículas na planta de arroz. A maior parte do fósforo acumulado na planta é exportada para os grãos.

A necessidade de adubação fosfatada pode ser avaliada pelos resultados das análises do solo e foliar. As recomendações de adubação fosfatada, contudo, são feitas com base nos resultados da análise do solo. A quantidade necessária irá depender do efeito residual do fósforo no solo, da produtividade da cultivar utilizada, do balanço entre os outros nutrientes essenciais, principalmente nitrogênio e potássio, dos teores de argila e de matéria orgânica do solo, do extrator usado e do manejo da água.

Quando o solo é inundado, a solubilidade do fósforo aumenta. Nos solos ácidos, como a maioria dos solos de várzea, os fosfatos de ferro e de alumínio são as formas predominantes, os quais liberam fósforo quando o pH do solo aumenta com a inundação. O aumento da solubilidade do fosfato de ferro é causado pela redução do Fe^{3+} a Fe^{2+} . O aumento da disponibilidade de fósforo com a inundação está ligado à quantidade de fósforo natural do solo fixado pelos óxidos de ferro e alumínio.

Dose

Sendo o fósforo um nutriente imóvel no solo, as recomendações de adubação fosfatada geralmente são feitas com base na calibração da análise do solo e produtividade da cultura. Isto significa que, no estudo de calibração de análise

do solo, é necessário criar uma ampla faixa de fósforo no solo pela aplicação de fertilizante fosfatado e medir a produtividade da cultura correspondente ao teor de fósforo no solo. A dose recomendada de fósforo é baseada no resultado da análise do solo (Tabela 3). Em geral, o nível adequado de fósforo nos solos de várzea do Brasil Central situa-se em torno de 13 mg kg^{-1} de solo.

Tabela 3. Recomendação de adubação fosfatada com base na análise do solo pelo extrator Mehlich 1.

Teor de P no solo (mg kg ⁻¹)	Interpretação do resultado da análise	Necessidade de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)
0 – 2,6	Muito baixo	150
2,6 – 8,8	Baixo	150
8,8 – 13,0	Médio	100
> 13	Alto	50

Época de aplicação

O processo de difusão é o principal mecanismo para o transporte do fósforo no solo. Portanto, para manter a fertilidade do solo, o fósforo deve ser aplicado bem perto do sistema radicular, para aumentar a sua eficiência de absorção. Devido à sua alta capacidade de fixação em solo ácido, o fósforo solúvel, como superfosfato simples ou triplo, deve ser aplicado no sulco, na época da semeadura.

Fontes de fósforo

As principais fontes de reposição do fósforo no solo são os fertilizantes químicos relacionados na Tabela 4. A eficiência de um fertilizante fosfatado é determinada principalmente pelas suas propriedades físicas e químicas e pela sua interação com o solo. Além dos adubos formulados, os superfosfatos simples e triplo são também utilizados como fontes de fósforo na produção das culturas anuais, como arroz, milho e soja. Para estas culturas, os fosfatos naturais são as fontes mais baratas, mas são muito inferiores aos superfosfatos, os quais, geralmente, contêm de 18% a 40% de P₂O₅ e a solubilidade em ácido cítrico, a 2%, varia de 1% a 16%. Cabe esclarecer que o termo disponibilidade de fósforo é aplicado aos fertilizantes fosfatados e inclui a solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2%.

Tabela 4. Principais fertilizantes fosfatados e algumas de suas propriedades.

<i>Fertilizante</i>	<i>Fórmula química</i>	<i>Teor de P_2O_5 (%)</i>	<i>Solubilidade em água (%)</i>
Ácido fosfórico	H_3PO_4	55	100
Fosfato diamônico	$(NH_4)_2HPO_4$	53	100
Superfosfato simples	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, $CaSO_4 \cdot H_2O$	20	85
Superfosfato triplo	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	45	87
Fosfato bicálcico	$CaHPO_4$, $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	40	4
Metafosfato de cálcio	$Ca(PO_3)_2$	62	4
Fosfato monoamônico	$NH_4H_2PO_4$	48	100
Termofosfato (BZ-Yoorin)	-	18	16 em ácido cítrico 2%

Considerando-se o contexto agroeconômico, a melhor estratégia é a aplicação de fosfatos naturais, como correção, e de fontes solúveis, como manutenção. Os fosfatos naturais devem ser aplicados a lanço, em quantidades maiores e incorporados, e são mais eficientes em solos ácidos devido à sua solubilidade a baixo pH do solo. A sua eficiência cai significativamente quando é aplicado em solos corrigidos com calcário.

Potássio

O potássio é um nutriente importante para as plantas em vários processos fisiológicos e bioquímicos que determinam a produtividade das culturas. O interesse pela adubação potássica aumentou com a introdução de cultivares de alto potencial produtivo e pelos efeitos deste elemento na redução de doenças na cultura do arroz irrigado, principalmente brusone e mancha-parda. A quantidade necessária de potássio também aumentou para manter o balanço nutricional, devido à maior demanda de nitrogênio e fósforo por parte das cultivares modernas.

O potássio é móvel na planta, portanto, sua deficiência aparece primeiramente nas folhas mais velhas. A resposta do arroz irrigado ao potássio não é tão expressiva como no caso do nitrogênio e fósforo, devido ao seu alto teor no solo e à possibilidade de liberação da fração de potássio não-trocável para a solução do solo. Contudo, o potássio é acumulado pelo arroz irrigado, especialmente pelas cultivares modernas, em maior quantidade que quaisquer outros nutrientes essenciais. Assim, em cultivos sucessivos ou intensivos, há possibilidade de ocorrer deficiência deste elemento, se não forem tomadas providências apropriadas para a sua reposição. Além da absorção pela cultura, o potássio pode ser perdido pela lixiviação e erosão do solo; podendo, parte dele, ser fixada no solo,

dependendo da mineralogia e textura do solo. Na cultura do arroz, cerca de 85% a 90% do potássio acumulado na planta fica na palha. Com isto, a incorporação de restos culturais pode ajudar na reciclagem deste elemento. Entretanto, como a palha de arroz possui alta relação C/N (> 50), deve-se tomar cuidado com relação ao tempo entre a incorporação dos restos de cultura e a semeadura da cultura subsequente. Na colheita, para uma produção normal, superior a 6.000 kg ha⁻¹ de grãos, o teor adequado de potássio, na palha, situa-se em torno de 17 g kg⁻¹ ou 1,7% e, nos grãos, em torno de 2,6 g kg⁻¹ ou 0,26%. Para produzir uma tonelada de grãos, a cultura do arroz irrigado acumula potássio na faixa de 35 kg a 40 kg na palha e grãos, dependendo da produtividade e da cultivar utilizada.

Cerca de 40% a 45% do potássio aplicado é recuperado pela cultura, o que corresponde, mais ou menos, à mesma proporção do nitrogênio. Na média, a eficiência de utilização do potássio (kg de grãos produzido por kg de potássio acumulado) é menor que a do nitrogênio e a do fósforo. A resposta da cultura de arroz à aplicação de potássio depende do manejo da água e do balanço adequado de outros nutrientes, principalmente do nitrogênio e do fósforo.

Dose

Como a maior parte do potássio é transportada pelo processo de difusão no sistema solo-planta, ele é tido como nutriente pouco móvel no solo. As recomendações de adubação potássica também são feitas com base na análise do solo. Em média, quando o teor de potássio no solo é maior que 50 mg kg⁻¹ do solo (500 mmol dm⁻³ ou 50 ppm), extraído com o extrator Mehlich 1 (0,05N HCl + 0,025N H₂SO₄), a cultura de arroz não responde à aplicação de potássio. Neste caso, recomenda-se uma aplicação de aproximadamente 60 kg a 70 kg ha⁻¹ de K₂O. Já quando o teor de potássio é menor que 50 mg kg⁻¹ do solo, deve-se aplicar de 100 kg a 120 kg ha⁻¹ de K₂O.

Época de aplicação

Geralmente, os fertilizantes potássicos são aplicados no sulco na época da semeadura, devido a sua movimentação pela difusão no solo. Contudo, em solos tropicais, onde existe precipitação alta, ou em arroz inundado, há possibilidade de lixiviação e perdas por erosão. A perda por lixiviação deste elemento é maior em solos com baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e em solos com baixo teor de argila. Em solo arenoso, com teor de argila menor que 20%, uma parte deste nutriente pode ser aplicada em cobertura, junto com o nitrogênio, para evitar a lixiviação e aumentar a eficiência de absorção.

Fontes de potássio

Não há muita controvérsia sobre as fontes de potássio. O cloreto de potássio e os adubos formulados (NPK) são as fontes mais comuns. Ainda que seja mais caro que o cloreto, o sulfato de potássio também é eficiente no fornecimento de potássio, com a vantagem de fornecer enxofre. As principais fontes de potássio são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Principais fertilizantes potássicos e algumas de suas propriedades.

Fertilizante	Fórmula química	Teor de K_2O (%)	Solubilidade em água (%)
Cloreto de potássio	KCl	60	100
Sulfato de potássio	K_2SO_4	50	100
Sulfato de potássio e magnésio	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	23	100
Nitrato de potássio	KNO_3	44	100

Zinco

A deficiência de zinco na cultura de arroz irrigado está relacionada com o baixo teor natural, aumento do pH com a inundação, calagem em solos ácidos, uso de cultivares modernas, que necessitam maior quantidade de nutrientes, e erosão do solo. O nível crítico de zinco na planta oscila entre 20 mg e 50 mg kg^{-1} , dependendo da idade da planta, enquanto, no solo, o nível crítico situa-se em torno de 1 mg a 2 mg kg^{-1} , dependendo do extrator, do teor de argila e do pH do solo. A deficiência de zinco pode ser corrigida com a aplicação de 3 kg a 6 kg ha^{-1} de Zn, em solos arenosos, e de 10 kg a 12 kg ha^{-1} de Zn, em solos argilosos e francos. A melhor fonte de zinco é o sulfato de zinco, que apresenta alta solubilidade em água. O zinco pode ser aplicado no sulco de semeadura, junto com a adubação básica. Caso a deficiência apareça durante o ciclo da cultura, deve-se aplicar sulfato de zinco, via foliar, na concentração de 0,5%. Se a deficiência for muito acentuada, pode-se fazer uma segunda aplicação depois de 10 a 12 dias de ter realizado a primeira.

Calagem

A maioria dos solos de várzea é ácido, o que limita a produção agrícola. Teoricamente, a acidez é caracterizada como os teores de hidrogênio e alumínio no solo, mas, na prática, a acidez do solo é um complexo de vários fatores, incluindo as deficiências e/ou toxicidades nutricionais, a redução da atividade microbiana benéfica para as plantas e a erosão do solo. Além disso, a acidez

aumenta a incidência de doenças, principalmente as fúngicas, que prejudicam o crescimento das plantas. Entre as várias práticas de manejo dos solos ácidos, o uso de calcário é a mais comum e a mais efetiva. Na prática da calagem, vários fatores devem ser levados em conta, como a necessidade de calagem pela cultura, pH, textura e teor de matéria orgânica do solo. Além desses, outros fatores devem ser considerados, como a granulometria do calcário, o tempo e a frequência da calagem e, também, o custo do material usado para fazer a calagem. Os níveis adequados de pH e de saturação por bases e por alumínio, em solos de várzea, foram estabelecidos para as principais culturas; assim, recomenda-se que esses índices sejam utilizados para identificação do grau de acidez dos solos de várzea e, conseqüentemente, para a sua correção.

A aplicação de calcário propicia várias transformações químicas no solo significativas para o desenvolvimento das culturas. O arroz é bastante tolerante à acidez do solo, contudo, se plantado em sucessão com soja, feijão ou milho, a saturação por bases deve situar-se em torno de 60% a 65%.

Recomendações

O melhor critério de recomendação de calagem é determinar a resposta da cultura à aplicação do calcário. As recomendações de calagem podem ser feitas com base nos teores de alumínio, cálcio e magnésio e na saturação por bases.

Quando o teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ é inferior a $2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e o teor de argila é maior que 20%, emprega-se a seguinte fórmula:

$$\text{Necessidade de calcário (N. C.) (t ha}^{-1}\text{)} = 2 \times \text{Al} + [2 - (\text{Ca} + \text{Mg})] \times f$$

em que: $f = 100 / \text{PRNT do calcário}$.

Para solos com teor de argila maior que 20% e teor de $\text{Ca} + \text{Mg}$ maior que 2, a necessidade de calcário é calculada pela equação:

$$\text{N.C. (t ha}^{-1}\text{)} = 2 \times \text{Al} \times f$$

Quando se tratar de solo com teor de argila menor que 20%, a quantidade de calcário a ser aplicado é dada pelo maior valor encontrado entre estas fórmulas:

$$\text{N.C. (t ha}^{-1}\text{)} = 2 \times \text{Al} \times f \text{ ou } \text{N.C (t ha}^{-1}\text{)} = 2 - (\text{Ca} + \text{Mg}) \times f$$

Cabe ressaltar que os solos arenosos têm, em geral, uso agrícola limitado, por apresentarem baixa capacidade de troca de cátions, baixa capacidade de retenção de água e maior suscetibilidade à erosão. Deve-se considerar que a dose de calcário calculada por este método é insuficiente para elevar a saturação por bases ou o pH do solo aos níveis adequados para a maioria das culturas anuais, tanto em solo de cerrado como de várzea.

Um outro método de recomendação de calcário é o que utiliza a saturação por bases do solo, a qual, do ponto de vista da propriedade química do solo, é um importante índice de sua acidez. Neste caso, a necessidade de calcário é calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{N.C. (t ha}^{-1}\text{)} = [\text{CTC}_{\text{potencial}} (V_2 - V_1) / 100] \times f$$

em que:

$\text{CTC}_{\text{potencial}}$ = capacidade de troca de cátions a pH 7, em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$;

V_2 = saturação por bases adequada para a cultura a ser implantada, em %; e

V_1 = saturação por bases atual do solo, em %.

Cultivares

Cultivares recomendadas

Para o plantio de arroz irrigado no Estado do Tocantins são recomendadas as cultivares Metica 1, BRS Formoso, BRS Jaburu, BRS Biguá, BRS Alvorada, BRS Guará e BRS Jaçanã.

Principais características

Metica 1

A cultivar Metica 1 é proveniente da Colômbia, de onde foi introduzida, em 1981, pela Embrapa Arroz e Feijão. Foi obtida pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e pelo Instituto Colombiano do Arroz (ICA), por meio de cruzamentos múltiplos, envolvendo as cultivares/linhagens IR930-53, IR579-160, IR930-147-8, IR930-31-10, IR662 e Colômbia 1. A partir do ano agrícola de 1982/83, passou a participar dos Ensaio Comparativos Avançados em vários Estados. Tendo apresentado excelentes resultados nos Estados de Goiás e Tocantins, foi recomendada para cultivo em 1986. Com elevada

produtividade de grãos, esta cultivar destaca-se também pela rusticidade e capacidade de adaptação às condições de cultivo irrigado com lâmina de água e várzea úmida da região tropical do Brasil. Apresenta arquitetura de planta onde as panículas ficam expostas acima do dossel foliar, permitindo uma maior resposta à aplicação de fungicidas e inseticidas no controle de doenças e insetos-praga que atacam as panículas. Tem como características limitantes o fato de ser suscetível à brusone e necessitar de um período mínimo de 180 dias de armazenamento para que os grãos fiquem soltos e macios após o cozimento.

BRS Formoso

A cultivar BRS Formoso é oriunda de cruzamentos entre as linhagens 17719, 5738 e IR1015-72-3-3-1, realizado pelo CIAT. Foi introduzida no Brasil na geração F_4 pela Embrapa Arroz e Feijão, que realizou vários ciclos de seleção até a obtenção da linhagem CNA7553. Após ser avaliada nos Ensaio Comparativos Avançados em 17 ambientes, foi indicada para lançamento, em 1996, para os Estados de Goiás e Tocantins. Participaram das avaliações nesses Estados as seguintes instituições: Embrapa Arroz e Feijão; Universidade do Tocantins (Unitins), por meio do Centro Universitário de Gurupi, e Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado de Tocantins (Ruraltins). É uma cultivar de alta produtividade, com grãos de excelente qualidade industrial e culinária. Com apenas 30 dias de armazenamento, os grãos mostram-se soltos e macios após o cozimento, característica que assegura melhores preços no momento da comercialização dos grãos. Dada a sua suscetibilidade à brusone, é necessário realizar duas pulverizações preventivas com fungicidas.

BRS Jaburu

A BRS Jaburu é oriunda do cruzamento triplo entre as linhagens PDR, P3790 F_4 e P5746 realizado no CIAT na Colômbia e introduzida no Brasil na geração F_4 pela Embrapa Arroz e Feijão, em 1987. No período de 1987/88 a 1989/90 foram realizadas seleções de plantas individuais e, em 1990/91, as linhagens selecionadas foram avaliadas preliminarmente para resistência a doenças e características agrônômicas, selecionando-se uma que recebeu a denominação de CNA7830. No ano agrícola 1991/92, essa linhagem passou a integrar a rede nacional de avaliação de linhagens de arroz irrigado através do ensaio de observação. Em 1992/93, participou do ensaio preliminar e, a partir de 1993/94, dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) em diferentes regiões do país, destacando-se nos Estados de Goiás, Tocantins, Pará e Roraima. Essa cultivar possui arquitetura de planta moderna, com colmos bem compactos, podendo ser

plantada em uma maior densidade de semeadura, 120 kg de sementes ha⁻¹. As panículas ficam expostas acima do dossel foliar, o que propicia maior resposta à aplicação de fungicidas e inseticidas no controle de doenças e insetos-praga que atacam as panículas. Apresenta alta produtividade, resistência à brusone e grãos com excelentes qualidade industrial e culinária. Semelhantemente ao que ocorre com a BRS Formoso, com 40 dias de armazenamento, os grãos mostram-se soltos e macios depois de cozidos. É suscetível à mancha parda na folha, sendo necessário realizar pulverizações preventivas com fungicidas, principalmente no período reprodutivo.

BRS Biguá

A cultivar BRS Biguá é originária do cruzamento simples entre as cultivares Bluebelle e Pisari, realizado na Embrapa Arroz e Feijão em 1990. Após vários ciclos de seleção utilizando-se os métodos genealógico e massal, foi selecionada a linhagem CNAx5211-B-1-B-1-B, registrada no Banco Ativo de Germoplasma da Unidade com o código CNA 8598. Após avaliações para resistência a doenças e características agrônômicas, no ano agrícola de 1995/96 passou a integrar a rede nacional de avaliação de linhagens de arroz irrigado. Em 1996/97, participou do ensaio de observação em seis locais. No ano agrícola 1997/98, fez parte do ensaio comparativo preliminar conduzido em cinco locais. Nos anos de 1998/99 a 2000/01, passou a compor os ensaios de VCU conduzidos em 15 ambientes de Goiás e Tocantins, onde se destacou, o que resultou na sua recomendação para cultivo nesses Estados. É uma cultivar altamente produtiva. As plantas são de arquitetura moderna, com colmos mais abertos e altamente perfilhadora, podendo ser plantada em menor densidade de semeadura, 100 kg de sementes por hectare. É moderadamente resistente à brusone e à mancha parda. Apresenta alto rendimento de grãos inteiros e com cozimento solto e macio após 80 dias de armazenamento.

BRS Alvorada

A cultivar BRS Alvorada é oriunda do programa de retrocruzamento entre a cultivar comercial recorrente Metica 1 e a fonte de resistência à brusone Huan-Sen-Go. Após três ciclos de retrocruzamento com seleção de plantas individuais, realizados pela Embrapa Arroz e Feijão, foi obtida a linhagem CNAi 9025, cuja identificação genealógica é CNAx7155RC3-15-B-B. A linhagem foi avaliada em Ensaios de VCU nos anos agrícolas de 1999/00 a 2002/03, conduzidos em 23 ambientes nos Estados de Goiás e Tocantins. Por haver-se destacado, foi lançada para cultivo nos referidos Estados para as condições de cultivo de arroz irrigado por inundação controlada e de várzea úmida.

BRS GO Guará

A cultivar BRS GO Guará é oriunda do programa de retrocruzamento entre a cultivar Metica 1 recorrente e a fonte de resistência à brusone 5287. Após três ciclos de retrocruzamento com seleção de plantas individuais, realizados pela Embrapa Arroz e Feijão, foi obtida a linhagem CNAx7147RC3-15-B-B, identificada nos ensaios de VCU por CNAi 9018. Como a BRS Alvorada, foi avaliada nos anos agrícolas de 1999/00 a 2002/03, em ensaios conduzidos em 23 ambientes nos Estados de Goiás e Tocantins. Tendo se destacado, foi lançada para cultivo nos referidos Estados para as condições de cultivo de arroz irrigado por inundação controlada e de várzea úmida.

BRS Jaçanã

A BRS Jaçanã é uma cultivar de ciclo semiprecoce que combina características de arquitetura moderna de planta, resistência ao acamamento, alta capacidade produtiva, grãos de classe longo-fino, de excelentes qualidades industrial e culinária. Ela foi avaliada por quatro anos na região tropical, num total de 32 ensaios, tendo como testemunhas as cultivares BR-IRGA 409, BRS Taim e IRGA 417. Com produtividade média de 6177 kg ha⁻¹, foi semelhante a BR-IRGA 409, entretanto, superou a BRS Taim e IRGA 417 em 11 e 15% respectivamente. Porém, em trabalhos realizados em parcelões nos sistemas de plantio convencional e plantio direto conduzidos no Estado do Tocantins, a BRS Jaçanã alcançou 8.500 kg ha⁻¹, evidenciando seu alto potencial produtivo.

A BRS Jaçanã apresenta teor de amilose alto, temperatura de gelatinização baixa, grãos de classe longo-fino, baixo índice de centro branco e alto percentual de grãos inteiros. Essas características conferem alto valor comercial aos grãos, similares aos das testemunhas BR-IRGA 409 e IRGA 417, que são cultivares com grãos de ampla aceitação pela indústria arroseira. Com relação à qualidade culinária, a BRS Jaçanã necessita de um curto período para que seus grãos atinjam o ponto adequado para o consumo, sendo semelhante às cultivares BRS Formoso, IRGA 417 e Primavera, consideradas padrões com relação à qualidade culinária, e superior a BR-IRGA 409, que tem boa aceitação pelo consumidor. A BRS Jaçanã apresenta boa estabilidade com relação a colheita, podendo ser colhida no período de 25 a 45 dias após o florescimento médio, mantendo um bom percentual de rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, entretanto os maiores percentuais são obtidos quando a colheita ocorre entre 30 e 40 dias após o florescimento médio. Esse comportamento da BRS Jaçanã dá ao agricultor uma flexibilidade com relação à colheita, com menor risco de perda de

qualidade do produto causada por quebra dos grãos. Outras características dessas cultivares são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Algumas características das cultivares de arroz irrigado recomendadas para plantio no Estado do Tocantins.

<i>Característica</i>	<i>Metica 1</i>	<i>BRS Formoso</i>	<i>BRS Jaburu</i>	<i>BRS Biguá</i>	<i>BRS Alvorada</i>	<i>BRSGO Guará</i>	<i>BRS Jaçanã</i>
Ano de lançamento	1987	1997	2001	2001	2005	2005	2007
Floração média (dia)	95	95	100	95	100	99	80
Maturação (dia)	125	125	130	125	128	125	115
Altura de planta (cm)	100	98	95	110	104	107	103
Acamamento	R	R	R	R	R	R	R
Produtividade obtida em experimento (kg ha ⁻¹)	5.854	6.010	5.788	6.374	6.646	7.250	6.177
Resistência à brusone*	S	S	R	MR	R	R	MR
Resistência à mancha-parda*	MR	MR	S	MR	MR	MR	MS
Resistência à mancha-dos-grãos*	MS	MS	S	MS	MR	MR	MS
Rendimento no beneficiamento (%)	66	65	68	67	69	70	70
Rendimento de grãos inteiros polido (%)	59	56	59	60	58	57	58
Teor de amilose	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Maturação pós-colheita** (dia)	180	30	40	100	80	100	30
Dormência da semente pós-colheita (dia)	80	80	40	70	20	40	20
Temperatura de gelatinização	Alta	Alta	Baixa	Alta	Alto	Alto	Baixa

*R = resistente; MR = moderadamente resistente; MS = moderadamente suscetível; S = suscetível.

** Refere-se ao tempo de envelhecimento, também conhecido como tempo de prateleira, necessário para melhorar a qualidade culinária do arroz.

Maturação de Pós-Colheita

É de conhecimento geral que, com o envelhecimento, o arroz melhora sua qualidade culinária, ficando seus grãos mais secos e soltos após o cozimento. O tempo necessário para a maturação de pós-colheita difere entre as cultivares. Verifica-se na Tabela 7 o comportamento das cultivares recomendadas para o Tocantins com relação a essa característica. Observa-se que as cultivares BRS Jaçanã e BRS Formoso apresentaram os grãos soltos após o cozimento num curto período depois da colheita. Já a Metica 1 necessita de um período de armazenamento superior a 150 dias para que os grãos atinjam a qualidade adequada para o consumo. As demais necessitam entre 60 e 120 dias. As informações do comportamento culinário das cultivares são importantes para o agronegócio do arroz, pois orientam a indústria quando o produto deve ser comercializado.

Tabela 7. Teste de cocção com diferentes dias após a colheita.

<i>Cultivares</i>	<i>Dias após colheita</i>				
	<i>30</i>	<i>60</i>	<i>80</i>	<i>115</i>	<i>140</i>
BRS Jaçanã	S ¹	S	S	MS	MS
BRS Formoso	S	S	S	S	S
BRS Jaburu	P	S	S	S	S
BRS Biguá	P	P	S	S	S
BRS Alvorada	P	P	P	S	S
BRSGO Guará	P	LP	LP	S	S
Metica 1	MP	MP	P	P	P

¹ LP= Ligeiramente pegajoso; S= Solto; MS= Muito solto, P= Pegajoso, MP= Muito pegajoso.

Prioridades de pesquisa

A quebra da resistência à brusone de cultivares de arroz, após um ou dois anos de cultivo, tem sido um dos fatores limitantes à expansão da cultura no Tocantins. Este problema, além de onerar os custos de produção em cerca de 15 a 18%, tem contribuído para estabilizar a produtividade em um patamar muito baixo. Por essa razão, a pesquisa na área de melhoramento genético do arroz irrigado, nesse Estado, busca novas cultivares e estratégias visando a obter resistência estável. Para tanto, a pesquisa estabeleceu como prioridade a geração de cultivares mais produtivas, com resistência à brusone e grãos de melhor qualidade. Enfocadas com menor intensidade, outras características, como resistência à mancha-parda, mancha-de-grãos e queima-da-bainha, são também reconhecidas como prioridades de pesquisa.

Boas práticas para produção de sementes

A semente é, muito provavelmente, o insumo com maior valor agregado, pois leva consigo a carga genética da variedade, fruto de muitos anos de trabalho desenvolvido pela pesquisa. A semente comercial é produzida dentro de padrões de qualidade rigorosos que garantem ao produtor o melhor desempenho no campo, maximizando os benefícios de outros insumos, como os fertilizantes e defensivos.

A produção de semente comercial é controlada por normas restritas estabelecidas em nível estadual. No Estado do Tocantins, as normas são estabelecidas pela Comissão Estadual de Sementes e Mudas (CESM/TO) e estão disponíveis no site <http://www.seagro.to.gov.br>. Vale destacar, contudo, que as vantagens da

semente comercial nem sempre são totalmente aproveitadas pelo produtor. Somente cerca de 30% dos produtores de arroz irrigado adquirem semente comercial para plantio. A grande maioria planta sua própria semente.

As boas práticas para produção de sementes de arroz apresentadas a seguir são utilizadas na produção de semente comercial, mas também podem ser muito úteis para melhorar a qualidade da semente própria.

As lavouras destinadas à produção de sementes são conduzidas de forma semelhante àquelas para produção de grãos, diferindo, no entanto, em determinadas práticas técnicas e legais que requerem cuidados especiais conforme detalhado a seguir.

Escolha da área

Diversos fatores climáticos devem ser considerados quando se vai selecionar uma região para produzir sementes. Baixa luminosidade, variações bruscas na temperatura e elevada umidade relativa são desfavoráveis à obtenção de sementes de qualidade e altamente favoráveis à incidência de doenças. As condições climáticas adversas do Estado do Tocantins podem ser minimizadas quando se planta para semente em época diferenciada.

Antes de definir a área para produção de sementes de arroz irrigado, deve-se procurar conhecer o seu histórico, no que se refere às cultivares utilizadas anteriormente, para prevenir possíveis misturas varietais pelo aparecimento de plantas voluntárias e o grau de infestação com plantas daninhas. Dependendo do sistema de semeadura adotado, determinadas áreas podem tornar-se inviáveis para produção de sementes, devido principalmente à presença do arroz vermelho e do arroz preto, que são mais rústicos que o arroz cultivado, degranam muito facilmente e suas sementes apresentam dormência prolongada, permanecendo viáveis no solo por vários anos. Ademais, os herbicidas utilizados para o controle dessas plantas daninhas são pouco eficientes. Por isto, áreas muito infestadas por arroz vermelho e arroz preto devem ser evitadas quando a semeadura for feita em solo seco, com subsequente inundação. Para o aproveitamento dessas áreas para fins de produção de sementes, recomenda-se o plantio com sementes pré-germinadas, ou o transplântio de mudas, aliado a práticas de controle de plantas daninhas.

É importante lembrar que, além dos graves prejuízos que as doenças causam à produtividade e à qualidade, algumas delas podem ser transmitidas pelas sementes.

Escolha da cultivar

A escolha de cultivares deve ser norteada pelas recomendações da pesquisa e pelas características do mercado. A descrição botânica e agronômica das cultivares é um instrumento indispensável na inspeção dos campos de produção, no laboratório de controle de qualidade e na indústria de sementes como um todo. Produtividade, qualidade e mercado são fatores importantes na escolha da cultivar, a qual deve estar em consonância com os anseios do produtor, do industrial e do consumidor.

As sementes de arroz apresentam um período de dormência pós-colheita que, em regiões de clima temperado, é normalmente de quatro a cinco meses. Já em regiões tropicais, como é o caso do Tocantins, esse tempo varia de um a dois meses. Vale lembrar que existem também diferenças no grau de dormência entre as cultivares.

Sistemas de produção

Para as classes superiores de sementes, genética e básica, um dos sistemas de produção mais utilizado é a multiplicação de panículas por linha. Neste sistema, as panículas selecionadas representativas do genótipo em questão são semeadas em linhas individuais, com espaçamento de 5 cm a 10 cm entre sementes e de 30 cm a 40 cm entre as linhas. As linhas que apresentam plantas atípicas são eliminadas, efetuando-se a colheita conjunta das linhas homogêneas.

Um outro sistema utilizado para a produção de sementes é o transplante manual ou mecanizado de mudas, recomendado especialmente para regiões onde não há disponibilidade de áreas novas para a produção de sementes, ou onde as áreas em uso se encontram infestadas por arroz vermelho e arroz preto, além de plantas voluntárias. Neste caso, as mudas são obtidas a partir de panículas selecionadas e transplantadas individualmente. A área deve ser preparada de forma idêntica à usada para a semeadura de sementes pré-germinadas, com o transplante sendo realizado na lama para evitar o aparecimento de plantas voluntárias oriundas de sementes que se encontravam no campo.

Erradicação de plantas indesejáveis

A prática de examinar cuidadosa e sistematicamente o campo de produção de sementes com o objetivo de remover as plantas indesejáveis é chamada de *roguing*. Esta operação, que prevê a eliminação de todas as plantas contamináveis (atípicas), é de fundamental importância para a obtenção de sementes de elevado grau de pureza varietal, genética e física.

Colheita

A maturação fisiológica da semente ocorre entre 30 e 35 dias após a floração, coincidindo com o máximo de seu potencial de vigor e poder germinativo.

Apesar disto, a semente ainda não está no ponto ideal de colheita devido ao seu alto teor de umidade. Para evitar as grandes flutuações de umidade das sementes expostas no campo e, com isso, diminuir o problema de fissuras no grão, a colheita deve ser feita quando as sementes tiverem entre 20 e 24% de umidade, o que também minimiza o problema de degrane natural, que é bastante alto para algumas cultivares.

O retardamento da colheita também é prejudicial para a qualidade da semente. O arroz que permanece no campo após a maturação de colheita está sujeito a oscilações de temperatura, de umidade e ao ataque de doenças, pragas e animais predadores, com conseqüências danosas à qualidade fisiológica das sementes.

Limpeza de máquinas e equipamentos

Uma das práticas mais importantes na produção de sementes é a limpeza de máquinas e equipamentos, seja durante a fase de campo ou após a colheita. Na fase de campo, as principais fontes de contaminação estão nos equipamentos utilizados no preparo do solo, no plantio e na colheita. Todo o maquinário utilizado deve ser rigorosamente limpo antes do início dessas operações e sempre que houver mudança de cultivar. Durante a colheita, além da limpeza minuciosa dos equipamentos, é recomendável que os primeiros sacos colhidos sejam descartados sempre que começar a colheita de uma nova cultivar.

Pureza varietal

Misturas varietais e sementes de plantas invasoras que podem ocorrer em um lote de sementes são oriundas de outras cultivares que permaneceram no campo ou nas máquinas e equipamentos utilizados pelo produtor em colheitas anteriores. Dentre as invasoras mais prejudiciais e de difícil controle destaca-se o arroz vermelho.

A presença de arroz vermelho leva à condenação da produção para uso como semente. A grande dificuldade para o controle e/ou erradicação das misturas varietais e do arroz vermelho está relacionada ao fato de esta planta pertencer à mesma espécie do arroz cultivado, não podendo, portanto, ser controlada por

herbicidas. Uma boa notícia é que as novas variedades e híbridos que vêm sendo introduzidos no Rio Grande do Sul apresentam tolerância a algum tipo de herbicida, possibilitando assim o controle tanto do arroz vermelho como do arroz preto. Espera-se que, muito em breve, estas tecnologias sejam disponibilizadas também para o Estado do Tocantins.

A disseminação de sementes de arroz vermelho de uma área para outra, ou de uma região para outra, ocorre principalmente pelos lotes de sementes contaminados. Esses lotes, caso contenham um único grão de arroz vermelho em cada 500 g, podem contaminar 1 ha com 200 sementes de arroz vermelho.

Além dessas características, o arroz vermelho cruza facilmente com o arroz cultivado, transferindo naturalmente características indesejáveis - como a coloração do pericarpo e alta porcentagem de degrana - para as sementes de variedades comerciais, gerando plantas invasoras com as mesmas dimensões físicas da cultivar. Dessa forma, fica impossibilitada a sua identificação em campo ou a sua separação no beneficiamento. Com medidas de controle integrado, que contemplem ações preventivas, culturais, físicas e químicas, é possível obter sucesso no controle do arroz vermelho.

Secagem

A secagem é uma operação de rotina na produção das sementes de arroz que são colhidas, geralmente, com umidade superior àquela indicada para um armazenamento seguro. Essa operação tem por objetivo reduzir a umidade da semente até próximo de 13%, preservando, assim, a sua qualidade fisiológica.

A secagem da semente é, muitas vezes, confundida com a secagem do produto para consumo, que também é colhido com alta umidade para aumentar o seu rendimento industrial. Contudo, não só os equipamentos utilizados na secagem como também os graus ideais de temperatura dessa operação são diferenciados conforme o fim a que se destina o produto. A temperatura é uma variável extremamente importante na secagem tanto da semente quanto do grão. Quando as sementes são submetidas à secagem sob temperaturas altas, principalmente quando a umidade ainda está muito elevada, podem ocorrer perdas da sua qualidade fisiológica.

Outro fator a ser considerado é que, em regiões de clima úmido, mesmo as sementes já secas e armazenadas são capazes de reabsorver umidade da atmosfera a níveis que podem comprometer a sua qualidade. Além de conhecer os níveis de umidade ideais para o armazenamento da semente, é preciso, portanto, saber como secá-la e armazená-la com segurança.

Beneficiamento

Depois de retirado do campo, um lote de sementes apresenta, misturado às sementes de arroz, materiais indesejáveis - palhas, terra, pedaços de outras plantas e sementes de plantas daninhas e de outras espécies cultivadas - que devem ser removidos antes de a semente ser comercializada ou semeada na propriedade.

O beneficiamento compreende, por conseguinte, o conjunto de operações a que a semente é submetida, desde a sua entrada na unidade de beneficiamento de sementes até a embalagem e distribuição, com o objetivo de melhorar a aparência e a pureza dos lotes de semente, bem como protegê-los contra pragas e doenças.

Cada uma das etapas que compõem o processo de beneficiamento - pré-limpeza, limpeza, classificação e ensaque - utiliza máquinas e equipamentos específicos para a separação adequada entre o arroz e seus contaminantes.

O beneficiamento da semente é realizado com base nas diferenças das características físicas existentes entre a semente de arroz e as impurezas que a acompanham após a colheita. Essas diferenças são detectadas por equipamentos que operam utilizando-se de uma ou mais diferenças entre a semente e as impurezas. Quando se utilizam peneiras, o processo de separação entre a semente e as impurezas é pautado pelas diferenças em tamanho; utilizando-se do fluxo de ar, a separação é pelas diferenças de peso.

Outros equipamentos muito utilizados no beneficiamento de sementes de arroz são a mesa densimétrica, que separa por diferenças em peso específico, e o cilindro alveolado, que separa as sementes dos grãos quebrados, pelo comprimento. Vale lembrar que as sementes de mais baixa densidade possuem baixo vigor, e as de alta densidade darão origem a plantas vigorosas, que produzirão mais.

Sistema de plantio

Procedimento para o plantio

As formas de plantar o arroz se agrupam em dois grandes sistemas: semeadura direta e transplantio. A principal diferença entre estes sistemas é que, na semeadura direta, como o nome indica, as sementes são distribuídas diretamente no solo, quer na forma de sementes secas ou pré-germinadas, a lanço ou em linhas, em solo seco ou inundado, e, no sistema de transplantio, as plântulas são produzidas primeiramente em viveiros ou sementeiras, antes de serem levadas para o local definitivo.

Semeadura direta

A semeadura direta é a forma mais adequada de plantio de arroz irrigado nas várzeas do Tocantins. O arroz produzido por meio de semeadura direta pode atingir a maturação sete a dez dias antes daquele transplantado. Esta redução de ciclo pode ser importante para áreas onde se utilizam cultivos sucessivos e/ou, apresentam limitações climáticas, como ocorrência de baixas temperaturas. A semeadura direta pode ser feita utilizando-se semente pré-germinada ou semente seca.

Semente pré-germinada

No Brasil, este sistema de semeadura, denominado pré-germinado, é amplamente utilizado no cultivo de arroz irrigado no Estado de Santa Catarina, compreendendo 98% da área cultivada, com uma produtividade média de 6.900 kg ha⁻¹. No Rio Grande do Sul, o sistema é utilizado em mais de 90 municípios produtores, numa área superior a 102 mil hectares, compreendendo cerca de 11% da área total cultivada com arroz no Estado.

No sistema pré-germinado, a quantidade total de água necessária ao cultivo de arroz irrigado é menor que nos demais sistemas, em virtude da formação da lama. Entretanto, como neste sistema a semeadura de sementes pré-germinadas é efetuada em solo previamente inundado, há necessidade de um grande volume de água por ocasião do preparo do solo e da semeadura. As Regiões Centro-Oeste e Norte são caracterizadas pela ocorrência de dois regimes pluviais bastante definidos: o período de maio a setembro com índices de pluviosidade muito baixos, considerada época seca, e, de outubro a abril, o período de maior ocorrência de chuvas, que é a época predominante de cultivo de arroz irrigado. Como no início da época recomendada de plantio, que vai de

outubro a dezembro, o nível do lençol freático e dos rios está baixo na grande maioria das áreas, a semeadura é dependente da ocorrência da precipitação pluvial. Com isso, este sistema de plantio pode tornar-se inviável para determinadas regiões do Estado do Tocantins.

Ademais, há necessidade ainda maior de se manejar adequadamente a água em comparação aos demais sistemas, pois a drenagem da área após a semeadura pode desencadear grave problema ambiental, ao mesmo tempo em que causaria perdas de nutrientes e/ou herbicidas que estão em suspensão na água de irrigação que é jogada fora.

A pré-germinação das sementes consiste basicamente em acelerar o processo natural de germinação, na ausência de solo, de tal maneira que, por ocasião da semeadura, a semente já apresenta a radícula e o coleóptilo claramente desenvolvidos, não devendo ultrapassar 2 a 3 mm de comprimento.

O solo deve ser previamente preparado, seco ou com água, a fim de favorecer o processo germinativo e o estabelecimento das plântulas. As operações de preparo do solo podem ser iniciadas logo após a colheita até poucos dias antes da semeadura. O preparo do solo compreende duas fases:

A primeira fase pode ser realizada envolvendo as seguintes alternativas: a) aração em solo úmido, seguindo-se o destorroamento com enxada rotativa ou com as rodas do trator adaptadas, sob inundação; b) aração, seguindo-se o destorroamento com grade de disco ou enxada rotativa, em solo seco; c) uso da enxada rotativa, sem aração, em solo não inundado, em diversas ocasiões durante a entressafra; d) uso de enxada rotativa, sem aração, em solo inundado (Figura 6).

A segunda fase é feita em solo inundado para a formação da lama, que é o renivelamento e alisamento do terreno, realizados com equipamentos ou pranchões de madeira, com o intuito de corrigir pequenos desníveis e, com isso, melhorar as condições do solo para receber as sementes pré-germinadas. Após o preparo final do solo, os quadros ou tabuleiros devem ser necessariamente inundados com uma lâmina de água de 5 a 10 cm, por um período de 20 a 30 dias antes da semeadura.



Fig. 6. Preparo do solo inundado com enxada rotativa.

No preparo do solo, a água é utilizada para a formação da lama, como referência para o renivelamento e para facilitar o alisamento. O manejo de água interfere no espectro das plantas daninhas e é determinante no sucesso do seu controle.

A adubação pode ser efetuada de três a quinze dias antes da semeadura, a lanço na lâmina de água, podendo ser incorporada utilizando-se enxada rotativa ou grade na formação da lama ou após o renivelamento da área. A semeadura das sementes pré-germinadas é feita a lanço sobre a lâmina de água, manualmente, por meio de implementos acoplados ao trator ou por avião, dependendo da dimensão da lavoura.

Esse sistema de plantio exige, no entanto, 20 a 30% a mais de sementes do que o sistema de semeadura com sementes secas, pois o perfilhamento é menor. Com isso, uma população adequada corresponde a 300 plântulas m⁻², distribuídas uniformemente. Este sistema tem sido amplamente recomendado para áreas de arroz irrigado infestadas com arroz vermelho.

Semente seca

Este sistema de semeadura é o mais empregado no Brasil. No Estado do Rio Grande do Sul, o uso de semente seca, semeada a lanço ou em linhas, predomina em cerca de 88% da área cultivada. Na semeadura com semente seca, o manejo eficiente das plantas daninhas é essencial. Dependendo dos equipamentos utilizados, este sistema pode ser subdividido em semeadura a lanço e semeadura em linhas.

Semeadura a lanço

A semeadura a lanço apresenta como vantagens rapidez e economia. As sementes são espalhadas no terreno, manual ou mecanicamente, mediante o uso

de semeadoras ou de aviões agrícolas, sendo, posteriormente, incorporadas superficialmente ao solo por meio de grade. Tanto na semeadura a lanço como em linhas, a semente deve ficar ao redor de 3 cm de profundidade. Portanto, devem tomar-se cuidados especiais no uso de grade de disco na incorporação superficial das sementes para que a maioria delas fique em profundidade nunca superior a 5 cm.

A semeadura é irregular e a emergência é desuniforme. A profundidade de semeadura é mais desuniforme do que no sistema em linhas, variando com a forma de cobrir as sementes. Aquelas que permanecem nas camadas mais superficiais ficam mais sujeitas ao ataque de pássaros, podendo, adicionalmente, apresentar problemas de germinação devido ao secamento rápido da camada superficial do solo.

A localização das sementes no solo influencia a ocorrência de focos de infecção de brusone, por meio da transmissão do patógeno pelas sementes infectadas. Em semeadura seguida por chuva contínua, sementes na superfície do solo constituem focos de infecção para a disseminação secundária da doença, ao passo que as mais profundas podem ter mais dificuldade de romper o solo, retardando a emergência e, conseqüentemente, prejudicando o manejo de água e a aplicação de defensivos na folha. Além disso, a semeadura profunda reduz o perfilhamento, podendo determinar diminuição na produtividade.

Devido ao maior risco de algumas sementes ficarem muito profundas no solo ou na superfície, a quantidade de sementes empregada é maior que na semeadura em linhas. De modo geral, para o sistema de semeadura a lanço de arroz irrigado, recomenda-se a densidade de 500 sementes por metro quadrado, visando garantir uma população inicial de 200 a 300 plantas por metro quadrado, uniformemente distribuídas. Assim, o gasto de sementes pode variar de 100 a 200 kg ha⁻¹.

O controle mecânico, ou mesmo manual, das plantas daninhas que se fizer necessário é impossibilitado. Outra desvantagem deste sistema é que as plantas daninhas, como o arroz-preto, o arroz-vermelho e o capim arroz, crescem rapidamente, em virtude de o solo manter condições de umidade semelhantes às que ocorrem em terras altas, durante as primeiras etapas de desenvolvimento da cultura, dificultando sua identificação.

Semeadura em linhas

Este é o sistema mais empregado no Brasil, mediante o uso de semeadora-adubadora. Além de utilizar cerca de 20% menos de semente que no sistema a lanço, possibilita adequada profundidade de plantio, propiciando maior uniformidade na emergência das plântulas, melhor manejo da água de irrigação, maior facilidade na distribuição de fertilizantes e na aplicação de defensivos, resultando em maior eficiência no controle de plantas daninhas, tanto manual como mecânico. Nesse sistema, há também maior eficiência de utilização dos fertilizantes, visto que são colocados somente no sulco de semeadura, abaixo das sementes. Preferencialmente, deve-se utilizar semeadora com dispositivos para efetuar a compactação do solo na linha de plantio, pois isto resulta em maior porcentagem de germinação e uniformidade de emergência de plântulas. Caso contrário, é necessário efetuar a passada do rolo compactador, operação denominada rolagem. Dependendo do manejo do solo, a semeadura em linhas pode ser efetuada tanto em solo preparado, como sem preparo ou com cultivo mínimo.

Sistema convencional

Neste sistema, o manejo eficiente das plantas daninhas é essencial, pois a inundação permanente somente é realizada cerca de três semanas após a emergência das plântulas de arroz. O preparo do solo envolve os preparos primário e secundário, mediante os diferentes sistemas, utilizando um ou mais implementos. O preparo do solo deve propiciar o destorroamento da camada superficial, o que irá favorecer a germinação das sementes e a emergência uniforme das plântulas. O preparo primário consiste em operações mais profundas, para as quais, em geral, utilizam-se grades aradoras, com o objetivo, principalmente, de romper as camadas compactadas e eliminar e/ou proceder ao enterrio da cobertura vegetal. No preparo secundário, as operações são mais superficiais, realizadas com grades destorroadoras e niveladoras ou plainas, para destorrear, nivelar, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. A semeadura é feita com a camada superficial do solo drenada. O espaçamento entre linhas ao redor de 17 a 20 cm e uma população de 50 plântulas por metro de linha de plantio é considerada a mais adequada, o que corresponde a um **gasto** de 80 kg a 120 kg ha⁻¹ de sementes. A população de plantas influencia a incidência e a severidade da brusone. Todas as medidas para aumentar a população de plantas favorecem o rápido desenvolvimento da doença nas folhas.

Plantio direto

No sistema plantio direto, a semeadura é efetuada diretamente no solo não revolvido, contendo resíduos do cultivo anterior, antecedida ou seguida da aplicação de herbicida de ação total para controle das plantas daninhas e voluntárias. Somente é aberto um pequeno sulco com profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo, e não mais de 25% a 30% da superfície do solo são movimentados. No ecossistema de várzeas, o plantio direto de arroz irrigado por inundação controlada está mais relacionado ao controle de arroz-vermelho e preto e à redução dos custos de produção que à conservação do solo. Neste sistema, o gasto de sementes é maior que na semeadura em solo preparado, verificando-se maiores respostas com 150 kg a 170 kg ha⁻¹ de sementes no mesmo espaçamento entre linhas, correspondendo a 500 sementes por metro quadrado. O plantio direto possibilita a utilização mais racional da maquinaria, haja vista o seu custo de operações ser de 2,5 vezes menor que a semeadura convencional. Este sistema de plantio de arroz irrigado pode tornar-se inviável em determinadas áreas do “Projeto Formoso”, no Formoso do Araguaia, TO, em virtude da alta ocorrência de ratos, que proliferam rapidamente e o seu controle torna-se ainda mais difícil devido à cobertura vegetal constituída pelos resíduos do cultivo anterior e plantas daninhas.

Plantio direto com cultivo mínimo

O cultivo mínimo utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. Neste sistema, efetua-se um preparo reduzido do solo até aproximadamente 60 dias antes da semeadura do arroz irrigado, para promover a germinação das sementes de plantas daninhas e voluntárias, bem como reduzir as irregularidades da superfície do solo provocadas pelas colhedoras. Por ocasião da semeadura do arroz, que é realizada diretamente no solo sem revolvimento, faz-se aplicação prévia de herbicida de ação total para dessecar a cobertura vegetal. O número de operações de preparo não é fixo, podendo variar em função das características do solo e do teor de umidade. Em geral, o preparo do solo é efetuado no verão ou no fim do inverno e início da primavera, sendo, no último caso, com antecedência que permita a formação de uma cobertura vegetal. A semeadura é realizada diretamente no solo sob cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem revolvimento. Desta forma, a incidência de plantas daninhas, principalmente arroz-vermelho, é bastante reduzida. A densidade de semeadura deve ser semelhante à do sistema anterior.

Transplântio

No Brasil, este sistema de plantio é usado em pequenas lavouras, especialmente na Região Nordeste, enquanto nas demais é muito pouco utilizado e está restrito aos campos de produção de sementes, principalmente naquelas onde não há mais disponibilidade de novas áreas e aquelas já cultivadas se encontravam infestadas de arroz-vermelho e plantas voluntárias.

Este sistema compreende as fases de produção de mudas e de transplântio propriamente dito e constitui-se no método mais eficiente de controle do arroz-vermelho.

É um sistema de semeadura indireta, no qual o arroz é semeado inicialmente em sementeira ou viveiro, em solo bem preparado, e assim que as mudas atingem tamanho adequado para o transplântio, são levadas para o campo definitivo. Este sistema possibilita a obtenção de um produto de qualidade mais elevada, sendo recomendado, portanto, para a produção de sementes de alta qualidade. Para conseguir alta pureza varietal, a técnica de eliminação de plantas contaminantes, atípicas, do campo de produção, também denominada de purificação ou *roguing*, é prática fundamental e torna-se facilitada quando se emprega o sistema de transplântio. Dessa forma, são arrancadas e destruídas todas as plantas fora do padrão da cultivar em multiplicação, ou plantas pertencentes a outras cultivares e espécies. Nesse processo de eliminação devem ser incluídas as plantas com sintomas de doença, mormente daquelas cujos patógenos são veiculados pela semente. As plantas daninhas nocivas, que não foram controladas pelos sistemas convencionais e são problemáticas, devem ser eliminadas.

O transplântio manual somente é indicado para utilização em áreas menores ou onde se tenha disponibilidade de mão-de-obra. Para transplantar manualmente um hectare, é necessário o equivalente ao trabalho diário de 30 a 40 homens.

Para o transplântio mecânico, as mudas são produzidas em caixas apropriadas de madeira ou plásticas, com fundo perfurado, com 5 cm de altura e o comprimento e a largura de acordo com a transplantadora a ser usada. Em geral, estas dimensões são de 60 cm de comprimento e 30 cm de largura. São necessárias cerca de 120 a 130 caixas para transplantar um hectare, com possibilidade de reutilização a cada 20 dias.

No método manual, as mudas devem ser transplantadas em áreas previamente drenadas ao atingirem 20 a 30 dias de idade, o que corresponde a uma altura ao redor de 25 cm, enquanto no método mecânico, ao atingirem ao redor de 12 cm de altura, o que se verifica por volta de 18 dias após a semeadura. No momento do transplante, as caixas devem estar com umidade adequada para facilitar o desempenho da transplantadora.

As transplantadoras permitem regulagens de três a dez mudas por cova, espaçamento entre 14 e 22 cm entre covas e 30 cm entre linhas (Figura 7). O rendimento médio de uma transplantadora com seis linhas é em torno de 3.000 m² por hora, ou seja, três horas para transplantar um hectare, sendo necessárias 120 a 130 caixas de mudas por hectare. A inundação permanente deve ser feita após o pegamento das mudas, o que ocorre dois a três dias após o transplante.



Fig. 7. Transplante mecanizado de mudas de arroz irrigado.

Irrigação e drenagem

Método de irrigação

A irrigação por inundação contínua, com lâmina de água estática, é o método de irrigação mais utilizado na cultura do arroz no Estado do Tocantins, tanto nos terrenos regularizados/sistematizados como nas áreas de várzeas úmidas,

em que não há controle da água. Poucas propriedades utilizam lâmina de água corrente.

A inundação intermitente também é pouco utilizada no Estado. A utilização de lâmina de água estática dificulta a solução do problema relacionado à elevada temperatura da água de irrigação (acima de 35°C) – fato muito comum no Tocantins. Isto pode prejudicar a cultura, dependendo da suscetibilidade da cultivar usada. Tanto a utilização de lâmina de água corrente como a inundação intermitente contribui para minimizar esse problema. Cabe destacar que a inundação intermitente não deve ser utilizada a partir do início da floração do arroz, pois a ausência de lâmina de água neste estágio da cultura favorece a ocorrência de brusone nas panículas.

Consumo de água

O consumo de água pelas lavouras tocaninenses depende, principalmente, da altura do lençol freático que, por sua vez, depende do nível de água dos rios, o qual é afetado pelo regime de chuvas. Assim, na época em que ocorrem menos precipitações pluviais, normalmente a partir de janeiro, a dotação de rega requerida é da ordem de 4,0 a 4,5 L s⁻¹ ha⁻¹. Vale lembrar que 4,0 L s⁻¹ ha⁻¹ equivalem, aproximadamente, a uma chuva de 35 mm. É necessário, portanto, ajustar o tamanho da área cultivada à possibilidade de fornecimento da dotação de rega requerida no período mais crítico. Em anos em que ocorrem veranicos ou a distribuição das chuvas é muito irregular, em muitas propriedades não é possível o fornecimento dessa quantidade de água. Nessas propriedades, especialmente quando o período coincide com a fase reprodutiva, essa condição favorece a ocorrência de brusone nas panículas.

Por outro lado, o excesso de água na lavoura nas fases iniciais de desenvolvimento do arroz prejudica a germinação, afoga as plântulas e inibe o perfilhamento. O excesso de água deve ser retirado da área, no máximo, em 48 horas. Para tanto, deve-se dimensionar o tamanho dos tabuleiros, especialmente em situação de nivelamento total, em que o escoamento horizontal é mais lento.

Manejo

Se não houver umidade suficiente no solo para germinação, a área deve ser irrigada logo após a semeadura, por um período que não exceda 24 horas, sob o

perigo de acarretar o apodrecimento da semente. O início da irrigação propriamente dita ocorre de 15 a 20 dias após a emergência das plântulas. Atraso no início da irrigação favorece a ocorrência de brusone nas folhas.

A altura da lâmina de água afeta a produtividade do arroz, sendo ideal, sempre que possível, mantê-la ao redor de 10 cm. Lâminas de água mais profundas reduzem o perfilhamento, predispõem as plantas ao acamamento, aumentam as perdas por evaporação e percolação, embora sejam mais eficientes no controle de plantas daninhas.

Época de paralisação

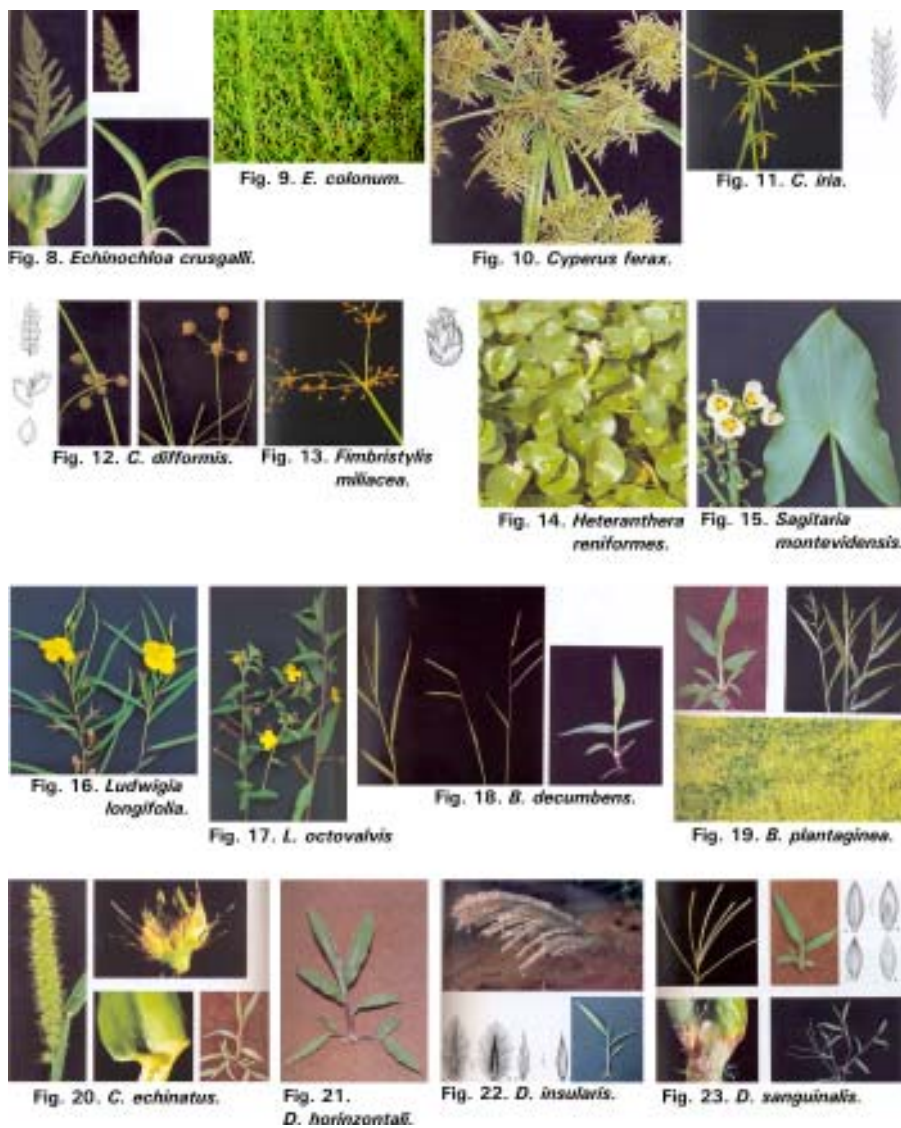
A irrigação é necessária, no mínimo, até 20 dias após a emergência da panícula. Logo após esse período, deve-se paralisar a irrigação, o que deve ocorrer de 10 a 15 dias antes da colheita.

Manejo de plantas daninhas

Principais espécies de plantas daninhas

Entre as espécies de plantas daninhas que ocorrem com mais frequência na cultura do arroz no Estado do Tocantins, destacam-se *Echinochloa crusgalli* (Figura 8), *E. colonum* (Figura 9), *Cyperus ferax* (Figura 10), *C. iria* (Figura 11), *C. difformis* (Figura 12), popularmente denominadas por junquinho, e *Fimbristylis miliacea* (Figura 13), denominada culminho. Na fase inicial da cultura, são bastante competitivas; posteriormente, a competitividade diminui, em especial se a cultivar de arroz for de porte elevado, pois estas espécies não toleram o sombreamento. Ocorrem também *Heteranthera reniformes* (Figura 14), *Sagittaria montevidensis* (Figura 15), e semi-aquáticas, como *Ludwigia longifolia* (Figura 16) e *L. octovalvis* (Figura 17).

Outras espécies, como as do gênero *Commelina* e *Ipomoea*, além de serem altamente competitivas, dificultam a colheita mecânica e conferem altos teores de umidade ao grão. Dentre as espécies do gênero *Brachiaria*, destacam-se a *B. decumbens* (Figura 18), capim-braquiária, e a *B. plantaginea* (Figura 19). O gênero *Cenchrus* é constituído por 23 espécies, sendo a *C. echinatus* (Figura 20), timbete, a mais importante. Das espécies do gênero *Digitaria*, destacam-se *D. horizotalis* (Figura 21), *D. insularis* (Figura 22) e *D. sanguinalis* (Figura 23).



A diferenciação das espécies a campo é bastante difícil, sendo popularmente chamadas de milhã ou capim-colchão. Vale lembrar que o arroz daninho, que pertence à mesma espécie do arroz cultivado, *Oryza sativa*, também está presente no Tocantins.

Métodos de controle

O controle de plantas daninhas consiste na adoção de certas práticas que resultam na redução da infestação, mas não necessariamente na sua completa eliminação. O controle tem como objetivos evitar perdas de produção devido à competição, beneficiar as condições de colheita e evitar o aumento da infestação das plantas daninhas.

A associação de métodos de controle deve ser utilizada sempre que possível, porém é conveniente que a estratégia de controle (melhor método, no momento oportuno) esteja adaptada às condições locais de infraestrutura, disponibilidade de mão-de-obra e implementos e análise de custos.

O controle químico pelo emprego de herbicidas tem sido um dos métodos mais utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz, devido à maior praticidade e à grande eficiência. Por tratar-se de um método que envolve o uso de produtos químicos, é importante ter o máximo de informação possível sobre o produto a ser aplicado, principalmente para atender a requisitos fundamentais como máxima eficiência com custos reduzidos e mínimo impacto ambiental.

Aplicação de herbicidas

É oportuno esclarecer que, na prática, as plantas daninhas são comumente divididas em dois grandes grupos: as monocotiledôneas, conhecidas como plantas daninhas de “folhas estreitas” (gramíneas e ciperáceas), e as dicotiledôneas, conhecidas como “folhas largas”.

Para o controle das plantas daninhas, recomendam-se, entre outros, os herbicidas relacionados na Tabela 8. Antes de escolher o herbicida, devem considerar-se: as espécies infestantes na área; a época em que se pretende fazer as aplicações; as características físico-químicas do solo; o tipo de preparo de solo; a disponibilidade do produto no mercado e o custo do produto.

Doenças e métodos de controle

O arroz, durante todo seu ciclo, é afetado por doenças que reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos. A incidência e a severidade das doenças dependem da ocorrência de patógeno virulento, de ambiente favorável e da suscetibilidade da cultivar. Mais de 80 doenças causadas por patógenos, incluindo fungos, bactérias,

Tabela 8. Principais herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz¹

Nome Técnico	Nome Comercial	Ingrediente Ativo (g L⁻¹ ou kg)	Dose (kg ou L p. c. ha⁻¹)	Plantas controladas	Época de aplicação	Observação
Propanil	vários	360 450 480	8,0 - 14,0	Gramíneas e folhas largas	Pós Pós Pós	Observar o período, entre a aplicação de inseticidas organo-fosforados e carbamatos
Molinate	Ordan 720E	720	4,0 - 6,0	Gramíneas, algumas folhas largas e ciperáceas	Pré / Pós	Para controle de arroz daninho, aplicação em PPI de 8 l/ha e aguardar 10 dias para o plantio
Quinclorac	Ordan 200GR Facet PM	200 500	8,0 - 20,0 0,75	Algunas gramíneas e angiquinho	Pós Pós	Aplicar com as gramíneas (capim-arroz) até o estágio de dois perfilhos e as dicotiledôneas (angiquinho) de duas a oito folhas. Adicionar adjuvante.
Oxadiazon	Ronstar 250BR	250 400	3,0 - 5,0 2,5	Gramíneas e algumas folhas largas	Pré / Pós-inicial	Aplicar em solo úmido ou irrigar logo após. Não usar em solo muito arenoso. Também pode ser aplicado em pré-semeadura (benzedura) para controle de arroz daninho
Pendimethalin Oxyfluorfen 2,4-D	Ronstar SC Herbadox 500CE Goal BR vários	500 240 Amina 720 Amina 670 Amina 400 Ester 400 600/480	2,5 a 3,5 1,0 0,74 - 1,4 0,75 - 1,5 0,25 - 2,5 0,6 - 1,2 1,2 - 1,6 1,5 - 2,0	Gramíneas e algumas folhas largas Gramíneas e algumas folhas largas Folhas largas	Pré Pré Pós Pós Pós Pós Pós	Aplicar em solo úmido ou irrigar logo após Aplicado em benzedura (pré) proporciona controle de arroz daninho Aplicar entre o perfilhamento e o início da diferenciação do primórdio floral do arroz
Bentazon	Basagran	600 500 100	4,0 - 6,0 6,0 - 8,0 30,0	Folhas largas	Pós Pós Pós	Aplicar com as plantas daninhas no início do desenvolvimento. Adicionar adjuvante
Butachlor Thiobencarb	Machete CE Saturn 500CE Saturn GR100	600 500 100	4,0 - 6,0 6,0 - 8,0 30,0	Gramíneas e algumas folhas largas Gramíneas e algumas folhas largas	Pré Pré/Pós-inicial	Aplicar em solo úmido ou irrigar logo após Aplicar em solo úmido ou irrigar logo após
Fenoxaprop-p-ethyl	Starce Whip S	69 69	0,8 - 1,0 0,6	Gramíneas	Pós	Aplicar com as plantas daninhas com bom vigor vegetativo
Propanil + Molinate	Arrozan	360 + 360 250 + 170	5,0 - 8,0 6,0 - 8,0	Gramíneas e folhas largas Gramíneas e folhas largas	Pós Pós	Aplicar com as plantas daninhas no estágio de 2 a 4 folhas
pendimethalin	Pendinil					
Propanil + Thiobencarb	Satanil E Grascarb	200 + 400 470 + 200	6,0 - 8,0 6,0	Gramíneas e folhas largas	Pós	
Propanil + 2,4-D	Herbanil 368	340 + 28	8,0 - 12,0	Gramíneas e folhas largas	Pós	
Clomazone	Gamit 500 CE	500	1,0 - 1,2	Algunas gramíneas e folhas largas	Pré	
Pirazosulfuron-ethyl	Sinus 250 SC	250	0,06 - 0,08	Folhas largas, ciperáceas e gramíneas	Pós	Controle de capim-arroz no estágio até 2 folhas
Metsulfuron	Ally	600	0,0033	Folhas largas	Pós	
Azimsulfuron	Guliver	500	0,010 - 0,012	Folhas largas	Pós	
Bispyrthac-sodium	Nominee	400	0,100 - 0,125	Gramíneas e folhas largas	Pós	
Cletoxydim	Aura	200	0,6 - 0,8	Gramíneas	Pós	
Cyclosulfamuron	Invest	700	0,057	Folhas largas e ciperáceas	Pós	

¹ A omissão de princípio ativo ou de produto comercial não implica a impossibilidade de sua utilização, desde que autorizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

vírus e nematóides, foram registradas na literatura, em diferentes países. O manejo integrado dessas doenças requer um conjunto de medidas preventivas, cujos componentes são a resistência genética da cultivar, as práticas culturais e o controle químico, tendo por objetivo o aumento da quantidade e da qualidade do produto pela redução da população do patógeno a níveis toleráveis.

São apresentadas, a seguir, as principais doenças de importância econômica das lavouras de arroz irrigado do Estado do Tocantins.

Brusone

A brusone é a doença do arroz mais expressiva no Brasil. No Estado do Tocantins, onde são cultivados anualmente cerca de 70 mil hectares de arroz irrigado, os prejuízos são significativos, com a ocorrência da alta severidade de brusone nas folhas, devido à falta de água na fase vegetativa.

A brusone ocorre desde o estágio de plântula até a fase de maturação da cultura. Os sintomas nas folhas (Figura 24A) iniciam-se com a formação de pequenas lesões necróticas, de coloração marrom, que evoluem, aumentando de tamanho, tornando-se elípticas, com margem marrom e centro cinza ou esbranquiçado. Em condições favoráveis, as lesões coalescem, causando morte das folhas e, muitas vezes, da planta inteira. Os sintomas nos nós e entrenós aparecem, geralmente, na fase de planta madura (Figura 24B). A infecção no primeiro nó, abaixo da panícula, é referida como brusone do pescoço (Figura 24C). Os sintomas observados nos entrenós são comuns somente nas cultivares suscetíveis de arroz de terras altas. A infecção na região dos nós é freqüentemente encontrada somente em cultivares suscetíveis de arroz irrigado.

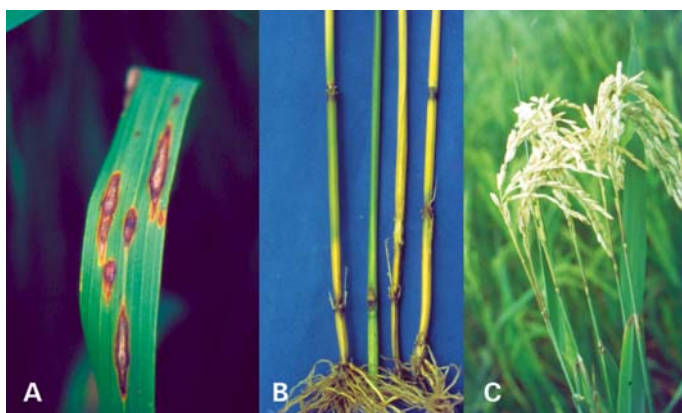


Fig. 24. Brusone nas folhas (A); Brusone nos nós (B); Brusone no pescoço da panícula (C).

No Brasil, a brusone é transmitida pela semente infectada, sendo esta uma das fontes primárias de inóculo. As sementes infectadas, contudo, não provocam epidemia em condições de plantios bem conduzidos. Outra fonte de inóculo primário são os esporos do fungo que sobrevivem nos restos culturais, em lavouras de segundo e terceiro ano de plantio consecutivo. Os esporos, trazidos pelo vento, produzidos nas lavouras vizinhas ou distantes, plantadas mais cedo, constituem-se também em fonte importante de inóculo primário.

Todas as fases do ciclo da doença, desde a germinação dos esporos até o desenvolvimento de lesões, são influenciadas, em grande parte, pelos fatores climáticos, dentre os quais o molhamento das folhas pelas chuvas ou pela deposição de orvalho é o mais importante. A temperatura ideal para o rápido desenvolvimento da brusone varia entre 20°C e 25°C. O desenvolvimento da infecção é acelerado quando a umidade relativa do ar for superior a 93%.

A maior suscetibilidade das folhas à brusone ocorre na fase vegetativa. O aumento da resistência é observado com a idade da planta a partir dos 55 a 60 dias, resultando na redução da severidade da brusone nas três folhas superiores. Durante o enchimento de grãos, a fase entre grão leitoso e pastoso (10 a 20 dias após a emissão das panículas) é a mais suscetível à brusone. A ocorrência de chuvas durante o enchimento de grãos também reduz a severidade da brusone nas panículas. O desequilíbrio nutricional aumenta a severidade da brusone nas folhas e panículas, principalmente do nitrogênio em doses excessivas. A aplicação de nitrogênio no sulco, na ocasião do plantio, também aumenta significativamente a severidade da brusone, quando comparada com a aplicação parcelada de nitrogênio.

Controle

O controle adequado da brusone pode ser obtido com o uso de cultivares resistentes ou moderadamente resistentes. Para cultivares suscetíveis, recomenda-se uma a duas pulverizações com fungicidas (Tabela 9): a primeira, no emborrachamento, e a segunda, na época de emissão das panículas, de forma integrada com as seguintes práticas de manejo da cultura:

- . aplainamento e/ou sistematização do solo para facilitar a irrigação;
- . dimensionamento adequado dos sistemas de irrigação e drenagem;
- . bom preparo do solo;
- . adubação equilibrada;

- . uso de sementes de boa qualidade fisiológica e fitossanitária;
- . semeadura realizada entre 15 de outubro e 15 de novembro;
- . controle das plantas daninhas;
- . destruição de plantas voluntárias e doentes;
- . troca de cultivares semeadas a cada três ou quatro anos;
- . escalonamento da época de semeadura; e
- . semeadura com densidade entre 120 e 150 kg ha⁻¹ e com espaçamento não muito reduzido (cerca de 17 cm).

A adoção dessas práticas culturais, combinada com o uso de cultivares resistentes, reduz o uso de produtos químicos e, conseqüentemente, os danos ambientais e o custo de produção.

Mancha-de-grãos

As manchas-de-grãos estão associadas a mais de um patógeno fúngico ou bacteriano e podem ser consideradas como um dos principais problemas da cultura do arroz, tanto no ecossistema de várzeas como no de terras altas. Os principais patógenos causadores de manchas-de-grãos (Figura 25A) incluem *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subram & Jain, *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch & Van Kesteren, *Alternaria padwickii* (Ganguly) Ellis, *Pyricularia grisea* (Sacc.) Cooke, *Microdochium oryzae* (Hashioka Yokogi) Samuels and Hallet, *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams, além de diferentes espécies de *Drechslera*, *Curvularia*, *Nigrospora*, *Fusarium*, *Coniothyrium*, *Epicoccum*, *Phythomyces* e *Chetomium*.

As manchas aparecem desde o início da emissão das panículas até o seu amadurecimento. Os sintomas são muito variáveis, dependendo do patógeno predominante, do estágio de infecção e das condições climáticas. Em arroz irrigado é difícil identificar os patógenos envolvidos com o aparecimento de manchas-de-grãos apenas pelo sintoma. Essas manchas causam gessamento e quebra dos grãos durante o beneficiamento (Figura 25B). A chuva e a alta umidade durante a formação dos grãos favorecem a ocorrência das manchas, e o acamamento contribui para aumentar a descoloração dos grãos. Danos causados por insetos-praga no campo, principalmente o percevejo, predispõem os grãos à infecção por microorganismos.



Fig. 25. Mancha-de-grãos (A); quebra de grãos causada por mancha-de-grãos (B).

Controle

O tratamento de sementes com fungicida é um pré-requisito para aumentar o vigor e o estande, além de diminuir o inóculo inicial. As práticas culturais indicadas para outros patógenos podem minimizar a incidência de manchas-de-grãos. A aplicação de fungicidas protetores mostra redução dos sintomas e melhoria da qualidade dos grãos, sem, contudo, indicar diferenças na produtividade.

Escaldadura nas folhas

A escaldadura, causada pelo fungo *Microdochium oryzae* (Hashioka & Yokogi) Samuels & Hallett, vem se manifestando em níveis significativos em todas as regiões do Brasil. Esta doença paralisa o crescimento da planta no início do embotramento, principalmente nos anos de alta precipitação. Em geral, a escaldadura é uma doença importante nas lavouras de arroz plantadas em ambientes com alta precipitação pluvial.

Os sintomas típicos da doença iniciam-se pelas extremidades apicais das folhas ou pelas bordas das lâminas foliares. As manchas não apresentam margens bem definidas e são inicialmente de coloração verde-oliva. Mais tarde, as áreas afetadas apresentam sucessões de faixas concêntricas (Figura 26). As lesões coalescem, causando secamento e morte da folha afetada. As lavouras afetadas apresentam amarelecimento geral, com as pontas das folhas secas. O patógeno infecta os grãos, causando pequenas manchas do tamanho da cabeça de alfinete e, em casos severos, provoca descoloração das glumelas, tornando-as marrom-avermelhadas. As sementes infectadas e os restos culturais constituem as principais fontes de inóculo primário. A transmissão do fungo pelas sementes infectadas provoca uma descoloração nas plântulas, tornando-as marrom-escuras.

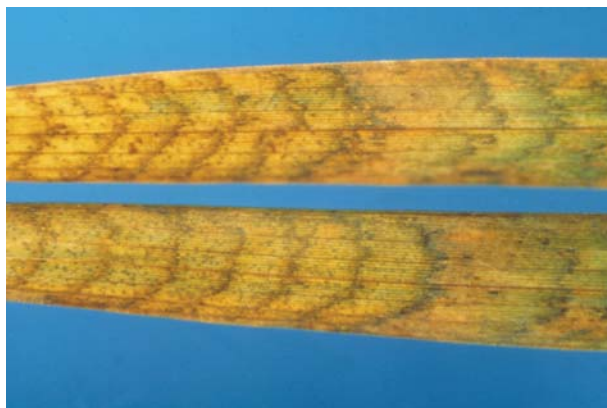


Fig. 26. Sintomas de escaldadura nas folhas.

O desenvolvimento da doença é favorecido pelo umedecimento das folhas pela água da chuva ou por períodos prolongados de orvalho nas fases de perfilhamento máximo e emborrachamento. Altas populações de plantas e adubação nitrogenada aumentam a severidade da escaldadura e favorecem o rápido desenvolvimento da doença.

Controle

As medidas preventivas incluem o uso de sementes saudáveis ou tratadas com fungicidas. No Brasil, ainda não há informação quanto à viabilidade econômica do controle químico.

Queima-da-bainha

A queima-da-bainha, causada pelo fungo *Kiihn* (estágio imperfeito) e *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk (estágio perfeito), tem potencial para causar danos expressivos na produtividade de arroz irrigado, principalmente no Estado do Tocantins.

A doença ocorre geralmente nas bainhas (Figura 27A) e nos colmos (Figura 27B), e é caracterizada por manchas ovaladas, elípticas ou arredondadas, de coloração branco-acinzentada e bordas marrons bem definidas. Em casos severos, observam-se manchas semelhantes nas folhas, com aspecto irregular (Figura 27C). A incidência da queima-da-bainha resulta em seca parcial ou total das folhas e provoca acamamento da planta.



Fig. 27. Queima-da-bainha (A); Queima-da-bainha nos colmos (B); e nas folhas (C).

O fungo *Rhizoctonia solani* sobrevive no solo em forma de esclerócios e de micélio em restos culturais, constituindo o inóculo primário. O fungo é disseminado rapidamente pela água de irrigação e pelo movimento do solo durante a aração, infecta diversas gramíneas comuns, como plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado e diversas leguminosas, inclusive a soja.

A doença desenvolve-se rapidamente durante a emissão das panículas e enchimento dos grãos. Os elevados percentuais de matéria orgânica (3-4%), níveis de nitrogênio e altas densidades de sementes (250 a 350 kg ha⁻¹) contribuem para aumentar a severidade da doença. Os danos causados por insetos, como broca-do-colmo e percevejo, predispõem a planta à infecção por *R. solani* e outros fungos de solo, como *Sclerotium oryzae*, *Sclerotium rolfsii* e *Fusarium sp.*

A mancha-das-bainhas, causada por *Rhizoctonia oryzae* Ryker Gooch, vem assumindo importância no Estado do Tocantins. Em contraste aos sintomas da queima-da-bainha, os da mancha-da-bainha são caracterizados por manchas ovais, levemente verdes, creme ou brancas, com bordas marrom-avermelhadas. As lesões são isoladas e não formam áreas contínuas de infecção, típicas da queima-da-bainha.

Controle

Para manejo eficiente das áreas afetadas pela queima-da-bainha e mancha-da-bainha, recomenda-se: boa drenagem na entressafra; adubação equilibrada; densidade de semeadura entre 120 a 180 kg ha⁻¹; e uso racional de herbicidas. A rotação do arroz com outras gramíneas, como milho e sorgo, pode reduzir a incidência da doença. O tratamento de sementes com fungicidas tem se mostrado eficiente. Nos Estados Unidos, a queima-da-bainha é controlada pelo uso de fungicidas, em duas aplicações: a primeira, entre as fases de alongação dos entrenós do colmo e iniciação da panícula, variando de 2,5 a 5,0 cm na bainha; e a segunda, na fase de 80% a 90% da emissão da panícula.

Mal-do-pé

Mal-do-pé é uma doença causada pelo fungo *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx & D. Oliver var. *graminis*, que apresenta grande potencial de danos no arroz cultivado tanto em terras altas como sob irrigação suplementar. O primeiro registro desta doença em arroz, no Brasil, ocorreu em 2000, em lavouras de terras altas e em irrigadas, nos Estados de Goiás, Tocantins e Rio Grande de Sul.

O sintoma característico da doença é a coloração marrom-escura ou preta na bainha, na base do colmo, no primeiro e segundo nós e entrenós. A doença pode causar morte das folhas dos colmos infectados. As raízes das plantas afetadas permanecem associadas ao fungo *G. graminis* var. *graminis*, apresentando uma coloração preta, resultando, em alguns casos, na morte da planta. Nas lavouras de arroz afetadas ocorre um amadurecimento rápido dos grãos e até a morte dos perfilhos, dependendo da fase de crescimento e desenvolvimento da planta na época da ocorrência da infecção. Muitas vezes, os sintomas são confundidos com os da podridão-de-colmo.

O agente causal do mal-do-pé afeta várias gramíneas, como *Cynodon* spp., *Chloris* sp., *Pennisetum* spp., *Stenotaphrum* spp. *Triticum*spp. e *Axonopus* sp., que podem constituir-se em hospedeiros secundários para a sobrevivência do patógeno em arroz, o qual persiste em restos culturais e é disseminado pelas chuvas e pelo vento.

Controle

Como medida preventiva, deve-se evitar o plantio de cultivares altamente suscetíveis.

Tabela 9. Fungicidas registrados para o controle de doenças em arroz.

Fungicida			Doença			Dose Produto Comercial (p.c.)	
Princípio	Ativo	Nome comercial	Brusone	Mancha parda	Mancha-de-grãos	p.c./ha	p.c./100 kg de sementes
Acetado de Fentina		Brestan PM	+	+	+	1500 mL	-
		Hokko Suzu 200	+	-	-	-	-
Azoxistrobina		Priori	+	+	+	400 mL	-
Triciclazol		Bim 750BR	+			300 g	-
Tebuconazol		Folicur EC	+	+	+	750-1.000 mL	-
		Folicur 200 EC	+	+	+	750 mL	-
		Elite	+	+	+	750 mL	-
		Constant	+	+	+	750 mL	-
		Eminent 125 EW	+	+	+	300-500 mL	-
Difenoconazol		Score	-	+	+	300 mL	-
Carboxina		Vitavax 750 PM BR	+	-	-	-	150-250 g
		Vitavax-Thiram WP	+	+	+	-	250-300 g
		Vitavax-Thiram 200 SC	+	+	+	-	250-300 g
Carpropamida		Cleaness	+	-	-	300-350 mL	400 mL
Kasugamicina		Hokko Kasumin	+	-	-	1.000-1.500 mL	-
Clorotalonil		Bravonil 500	-	+	+	250-300 mL	-
		Daconil 500	-	+	+	250 mL	-
		Vanox 500 SC	-	+	+	250-300 mL	-
		Vanox 750 PM	-	+	+	1.700-2.400 g	-
Edifenphos		Hinosan 500 CE	+	-	-	1.000-1.500 mL	-
Ftalida		Rabcide 200	+	-	-	1.000-1.500 mL	-
Hidróxido de Fentina		Brestanid SC	+	-	-	500 mL	-
Mancozebe		Dithane NT	+	+	+	4.500 g	-
Mancozebe + Tiofanato-Metílico		Dithiobin 780 PM	+	-	-	200-2.500 g	-
Trifloxistrobina + Tebuconazol		Nativo	+	+	+	750 mL	-
Propiconazol + Trifloxistrobina		Stratego 250 EC	+	+	+	750 mL	-
Tiabendazol		Tecto 100	+	+	+	-	300 g

Manejo dos principais insetos fitófagos

O manejo integrado consiste na aplicação da ecologia no controle dos principais insetos fitófagos das culturas pela combinação vantajosa de duas ou mais medidas de controle. Essas medidas são referentes principalmente a métodos culturais (localização da cultura, preparo do solo, época de plantio, destruição de hospedeiros alternativos, irrigação, drenagem, rotação de culturas, adubação equilibrada, destruição dos restos culturais após a colheita), resistência varietal

(tolerância, antixenose, antibiose), inimigos naturais (predadores, parasitóides, entomopatógenos) e inseticidas de vários grupos, os quais devem ter o uso baseado na seletividade e eficiência, e utilizados criteriosamente, quando realmente for necessário. Isto implica o estabelecimento de níveis críticos de infestação ou de dano econômico e de métodos simples para avaliar as populações das principais pragas.

Os arrozais são infestados por muitas espécies de insetos orizívoros, mas o manejo deve ser orientado para aquelas mais importantes, esperando-se que as demais sejam indiretamente atingidas. Há uma estimativa de 10% de perda anual de produção por insetos em nível de lavoura. Os principais insetos do arroz irrigado podem ser agrupados por suas fases daninhas em larvas mastigadoras, adultos e larvas mastigadores, e adultos e larvas sugadores.

O monitoramento é geralmente feito por amostragens em pontos determinados ao acaso, percorrendo-se o campo em ziguezague, em sentido diagonal. Cada ponto é definido após um deslocamento de 60 a 70 passos. Os levantamentos devem ser feitos com intervalo de, no máximo, uma semana, durante os períodos críticos, quer sejam: primeiro, da emergência ao início do afilhamento, e segundo, da formação do primórdio à maturação. Em cada ponto retiram-se uma ou mais unidades de amostra. No primeiro período crítico, antes da irrigação, utilizando-se uma moldura quadrada de 50 cm de lado, devem contar-se: as lagartas em quatro colocações da mesma, total de colmos e o de colmos atacados pela broca-do-colo numa colocação; e os cascudos pretos e suas larvas, na projeção de uma colocação até 20 cm de profundidade. Após a emergência das plântulas, devem examinar-se pontos paralelos aos diques para gorgulho aquático nas folhas, e 10 a 15 dias após a irrigação, para larvas nas raízes (bicheira da raiz); neste caso, utiliza-se um cilindro com capacidade de 1 L e contam-se as larvas numa colocação por ponto. Do estágio de alongamento dos colmos à maturação, devem examinar-se dez colmos por ponto para postura de *Diatraea* e as folhas atacadas (mais de 50% do limbo consumido) por desfolhadores. Quanto aos sugadores, devem fazer-se 10 redadas simples por ponto, a partir do alongamento dos colmos, contando principalmente os percevejos *Tibraca* e *Oebalus* coletados.

Lagarta-dos-arrozais (Figura 28)

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae)

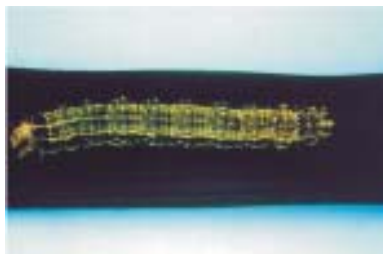


Fig. 28. Lagarta *Spodoptera frugiperda*.

Importância e tipo de dano

A lagarta dos arrozais (*Spodoptera frugiperda*) existe em todos os Estados do Brasil, é polífaga e tem grande poder de destruição. No arroz irrigado, o período crítico de ataque ocorre entre a emergência das plântulas e a inundação da lavoura, quando as lagartas cortam as plantas rente ao solo, podendo destruir áreas extensas da cultura. A praga pode atacar toda a parte aérea da planta de arroz, sendo mais comum e prejudicial por reduzir a superfície foliar das plantas jovens ou mais desenvolvidas, quando há comprometimento da folha bandeira.

Alguns trabalhos, utilizando plantas de arroz artificialmente infestadas com lagartas de *S. frugiperda* em campo, telado e laboratório, têm contribuído para esclarecer as relações desse inseto com cultivares de arroz irrigado. Em condições de laboratório, uma lagarta de *S. frugiperda*, para completar o desenvolvimento na cultivar de arroz irrigado BR Irga 409, precisou, em média, de 20,6 dias e consumiu 156,7 cm² de folha; os três últimos instares larvais foram responsáveis por mais de 90% do total de folhas consumidas. Em arroz novo, antes da irrigação, verificou-se que, em sete dias de alimentação, cada lagarta pode provocar redução de 0,9% na produção de grãos, se for originada dentro da lavoura, e 1,5%, se for migrante.

Com o aumento da população de lagartas, foram constatadas reduções na população de plantas, índice de biomassa e produtividade de grãos, estabelecendo-se a equação: $y = 5725,9 - 50,54x$, para representar o efeito da população de lagartas (x) na produtividade de grãos (y) da cultivar de arroz irrigado BR Irga 414. Por esta equação, uma população de 28 lagartas por m², antes do início do afilhamento dessa cultivar, provocaria uma redução na produtividade de grãos de 1.415 kg ha⁻¹. A cultivar BR Irga 414 demonstrou

grande sensibilidade ao desfolhamento, mesmo na fase de afilamento pleno, conforme pode ser verificado pela equação $Y = 4493,2 - 15,16x$, obtida a partir de desfolha artificial, na qual um corte de $x = 25\%$ corresponde a uma redução na produtividade de 379 kg ha^{-1} .

Manejo

. **Práticas culturais.** Evitar altas densidades de semeadura; inundar, por dois ou três dias, os quadros com plantas novas infestadas; passar rolo faca sobre plantas daninhas muito infestadas por lagartas; destruir os restos de cultura após a colheita.

. **Resistência varietal.** Trabalhos de pesquisa já mostraram a possibilidade de desenvolvimento de cultivares resistentes.

. **Controle biológico.** São relacionados 30 parasitóides de *S. frugiperda*, sendo: 17 himenópteros pertencentes às famílias Braconidae, Cynipidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Sphecidae, Thichogrammatidae; e 13 dípteros das famílias Exoristidae e Tachinidae, além de seis espécies predadoras das ordens Dermaptera, Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera. Deve-se acrescentar: o nematóide *Hexamermis* sp (Mermithidae); os fungos entomopatogênicos *Nomurea rileyi* e *Beauveria bassiana*; (Moniliales: Moniliaceae); os vírus de granulose e poliedrose (Baculovirus: Baculoviridae); e a bactéria *Bacillus thuringiensis*. Apesar do grande número, esses inimigos naturais são, em geral, de baixa atuação na fase inicial da cultura, podendo até mesmo não estar presentes.

. **Controle químico.** Deve ser aplicado quando realmente necessário. Monitorar as lavouras, principalmente na fase de plantas jovens, enquanto não forem inundadas. Os levantamentos devem ser semanais, amostrando o arrozal no sentido das diagonais, utilizando uma moldura de arame grosso de $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ e considerando que, a cada lagarta de 3º instar, cerca de 1 cm de comprimento, por m^2 ou por quatro amostras, alimentando-se por uma semana, corresponde a uma redução de 1% na produção de grãos. Nas etapas subseqüentes, os arrozais devem ser tratados quando as folhas nas fases vegetativa e reprodutiva apresentarem 25% e 15% dos limbos reduzidos em 50% ou mais, respectivamente, estando as lagartas em plena atividade. Para controlar essa praga, deve-se utilizar, quando necessário, um dos inseticidas registrados, de acordo com as recomendações (Tabela 10).

Broca-do-colo (Figura 29)

Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptea, Pyralidae)



Fig. 29. Lagarta *Elasmopalpus lignosellus*.

Importância e tipo de dano

Uma lagarta pode atacar de cinco a dez colmos de plantas jovens, podendo comprometer seriamente o estande se ocorrerem condições favoráveis antes da irrigação. Quando a destruição não é total, é possível notar que o ataque não ocorre uniformemente, localizando-se em certas áreas. Em uma lavoura de arroz com a cultivar BR Irga 409, com plantas no estágio de cinco a seis folhas, antes da irrigação, foi verificado que, em 15 dias, a *E. lignosellus* reduziu a população de plantas em 14%. O dano é causado pelas lagartas ao atacarem a base dos colmos (Figura 30), cavando galerias em direção ao centro e provocando o seccionamento das folhas centrais, que, em consequência, secam e dão origem ao sintoma “coração-morto”. Em arroz só foi observada uma perfuração por colmo, em consequência da atividade de uma lagarta.



Fig. 30. Colmos perfurados por lagartas *Elasmopalpus lignosellus*.

Manejo

. **Práticas culturais.** Manter o solo livre de vegetação por um período de 15 a 20 dias antes do plantio, para assegurar que os restos de cultura e plantas daninhas estejam decompostos antes da germinação do arroz; realizar a semeadura em época que coincida com o início das chuvas e em solo úmido; utilizar plantio direto em áreas com cobertura morta; inundar os quadros infestados; destruir os restos de cultura após a colheita.

. **Resistência varietal.** Não há informação sobre resistência de arroz irrigado a esta praga.

. **Controle biológico.** São muitos os inimigos naturais citados para *E. lignosellus*, como parasitóides e entomopatógenos. Como parasitóides de lagartas, da ordem Hymenoptera, são mencionadas espécies das famílias: Scelionidae, uma espécie; Braconidae, 12 espécies; Ichneumonidae, duas; Chalcididae, três; Eulophidae, uma; e Perilampidae, uma. Da ordem Diptera, são mencionadas três espécies da família Tachinidae; como entomopatógenos, são citados dois vírus de poliedrose nuclear e o fungo *Aspergillus flavus*.

. **Controle químico.** Na ausência de controle preventivo e presença de plantas atacadas, fazer a amostragem da lavoura. O controle deve ser efetuado quando houver risco de o número de colmos ficar inferior a 20 colmos m⁻¹ ou 100 colmos m⁻², ou quando 5% dos colmos se apresentarem atacados antes da irrigação da lavoura. O controle químico deve ser usado de acordo com as recomendações (Tabela 11).

Broca-do-colmo (Figura 31, Figura 32)

Diatraea saccharalis (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)



Fig. 31. Folha com postura da *Diatraea saccharalis*.



Fig. 32. Lagarta *Diatraea saccharalis* no interior do colmo.

Importância e tipo de dano

A *D. saccharalis* é um inseto de alta severidade potencial, que ocorre na maioria dos anos, em baixa população, nos arrozais. Além do arroz, possui vários outros hospedeiros cultivados e nativos. O dano é causado pelas lagartas que, ao penetrarem nos colmos, alimentam-se do tecido esponjoso e destroem os pontos

de crescimento, provocando a morte da sua parte central. Quando isso ocorre durante a fase vegetativa das plantas, origina o sintoma conhecido como “coração-morto” (Figura 33). Quando ocorre durante a época de formação e emissão das panículas, fase reprodutiva, provocando a morte da folha bandeira e esterilidade das espiguetas, origina o sintoma conhecido por “panícula-branca” (Figura 34), que, quando puxada, desprende-se facilmente da planta.



Fig. 33. Coração-morto por *Diatraea saccharalis*.



Fig. 34. Panícula-branca por *Diatraea saccharalis*.

As lagartas de *D. saccharalis* causam dano severo nos tecidos internos dos colmos, ultrapassando, com freqüência, vários nós. Estima-se uma redução de 2% a 3% na produção para cada 10% de colmos atacados ou para cada 1% de panícula branca. Isto porque o número de colmos com sintomas visíveis de ataque de broca é menor que o número de colmos realmente atacados, mas que, no conjunto, contribui para reduzir o vigor, o número de afilhos e aumentar o percentual de espiguetas vazias.

Em Pelotas, RS, verificou-se que as cultivares de arroz irrigado que apresentaram, em média, 5,7% dos colmos atacados sofreram reduções na produção de grãos da ordem de 108 kg ha⁻¹.

A *D. saccharalis* tem demonstrado ser praga expressiva na região do Brasil Central, principalmente no Estado de Mato Grosso. No Estado do

Tocantins, onde predomina a cultura irrigada, acredita-se que esse inseto possa estar causando prejuízo econômico. No município de Cristalândia, constatou-se alta população de lagartas e pupas da espécie, no produto colhido e ensacado.

Manejo

. **Práticas culturais.** Deve-se: evitar o plantio de arroz próximo de cana-de-açúcar, milho ou outras gramíneas hospedeiras do inseto; evitar plantios escalonados em áreas próximas; evitar o excesso de fertilizante nitrogenado, pois há indicações de o dano ser altamente correlacionado com doses de nitrogênio; manter os campos livres de plantas hospedeiras do inseto; e destruir os restos de cultura após a colheita.

. **Resistência varietal.** Vários genótipos com características de resistência à *D. saccharalis* foram identificados; a cultivar de arroz irrigado Cica 8 possui resistência a essa broca-do-colmo.

. **Controle biológico.** Entre os muitos inimigos naturais das brocas-do-colmo, destacam-se: os himenópteros parasitóides de ovos, *Telenomus* sp (Scelionidae) e *Trichogramma* sp (Trichogrammatidae) - deste último foi identificada uma espécie causando elevado nível de parasitismo em arrozais do Mato Grosso; e os parasitóides de lagarta, *Apanteles flavipes* (Braconidae). Na ordem Diptera, são tidos como principais parasitóides: *Metagonistilum minense*; *Lixophaga diatrae*; e *Paratheresia claripalpis* (Tachinidae). Como predador das posturas, a *Coleomegilla maculata* (Coleoptera, Crisomelidae) parece ser a mais importante.

. **Controle químico.** Deve-se providenciar uma medida de controle quando o monitoramento da lavoura indicar, na fase vegetativa e na fase reprodutiva, respectivamente, duas e uma posturas por cem colmos, estando o parasitismo de ovos inferior a 50%. O monitoramento deve ser feito nos períodos de maior suscetibilidade do arroz a esta praga: alongamento dos colmos, fim do afilhamento e início da emissão das panículas.

Cascudo-preto (Figura 35, Figura 36)

Euetheola humilis Burmeister, 1847 (= *Heteronychus humilis* Burmeister = *Ligyris humilis* Burmeister = *Podalgus humilis* Burmeister) (Coleoptera: Scarabaeidae)



Fig. 35. Larva (bicho-bolo) *Euetheola humilis*.



Fig. 36. Cascudo-preto *Euetheola humilis*.

Importância e tipo de dano

A *E. humilis* tem causado prejuízos ocasionais em diferentes culturas desenvolvidas em solos úmidos e argilosos. Em arroz, provoca danos severos e ocorre em todas as regiões brasileiras onde esta cultura está presente, sendo abundante em alguns anos em grandes áreas. O arroz pode ser danificado tanto pelas larvas como pelos adultos (Figura 37), que roem e dilaceram a parte subterrânea das plantas, provocando o seu amarelecimento ou a sua morte. Os adultos podem atacar os arrozais em qualquer época, desde que não estejam inundados. Devido a sua grande mobilidade, voam de um lugar para outro e causam, em geral, mais dano que as larvas. Podem provocar o tombamento das plantas maduras, ao cortarem os colmos junto ao solo, em áreas drenadas para a colheita. No Formoso do Araguaia, Estado do Tocantins, em 300 ha de arroz de várzea, com plantas de 15 a 25 dias de idade, foi constatada uma destruição de cerca de 60% das plantas pelo cascudo preto. Em 400 ha de arroz mais novo, o nível de dano do inseto estava em 10%. Nas partes mais afetadas, os cascudos eram encontrados a 2 cm de profundidade, em número de até 20 por metro de fileira de plantas.

Em grandes lavouras, as infestações não ocorrem de modo uniforme, mas em focos, onde se concentram as formas adultas e suas larvas, e muito raramente causam prejuízo total.



Fig. 37. Lavoura de arroz atacada por cascudo-preto *Euethiola humilis*.

Manejo

- . **Práticas culturais.** Antes do plantio, fazer o revolvimento das áreas infestadas por aração e/ou gradagem, para expor o inseto ao ataque de pássaros e diminuir sua viabilidade; inundar os tabuleiros infestados, antes ou depois do plantio, no mínimo por três dias, para afogar as larvas e os adultos; destruir os restos de cultura das áreas infestadas, após colher o arroz.
- . **Controle físico.** Armadilhas luminosas têm grande poder de atrair os cascudos e podem ser utilizadas para capturá-los ou concentrá-los em determinados pontos da lavoura, onde possam ser mais facilmente aniquilados. O melhor método para controlar o cascudo-preto em lavouras de arroz é o uso da armadilha luminosa, quando bem manipulada.
- . **Controle biológico.** Como parasitóide de larvas de *Dyscinetus* spp. e *Ligyris* spp., a literatura menciona *Cryptomeigenia setifacies* (Diptera-Tachinidae), e como entomopatógeno de *Euethiola bidentata*, o fungo *Metarhizium anisopliae* (Moniliales-Moniliaceae). Quanto aos predadores, é mencionado um complexo de animais, como aves de quintal, sapos, rãs, lagartixas, morcegos, suínos, entre outros, que têm sido pouco estudados e pouco valorizados.
- . **Controle químico.** Na ausência de controle preventivo deve ser providenciada uma medida curativa de controle (Tabela 11) quando as amostragens acusarem infestações médias de quatro larvas ou dois adultos m⁻².

Gorgulho-aquático (Figura 38, Figura 39)

Oryzophagus oryzae (Costa Lima, 1936) (= *Lissorhoptrus oryzae*) (Costa Lima, 1936) (Coleoptera, Curculionidae)



Fig. 38. Larva, bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae*.



Fig. 39. Gorgulho-aquático, *Oryzophagus oryzae*.

Importância e tipo de dano

O. oryzae tem vários hospedeiros alternativos e ocorre praticamente em todas as áreas de arroz irrigado do Brasil, sendo conhecido há mais tempo no Rio Grande do Sul. Nesse Estado, a incidência do inseto nos arrozais tem aumentado com o aplainamento do solo, e o caráter típico de colonização agregada modificou-se para forma mais casual, com as lavouras infestadas mostrando uma redução na produtividade de cerca de 10%. Adultos e larvas causam danos ao arroz, cujos prejuízos dependem da intensidade de infestação e do sistema de cultivo utilizado. Em lavouras implantadas por meio de sementes pré-germinadas, a forma adulta pode ser extremamente prejudicial, conforme já constatado em Santa Catarina, pela alimentação de grandes populações do gorgulho nos coleóptilos, radículas e plântulas, sob a água de irrigação.

Em lavouras implantadas por semeadura em solo seco e por meio de mudas em solo enlameado, o dano de adultos nas folhas, em geral, não tem sido de expressão econômica. Nesses sistemas, o principal dano é causado pelas larvas que surgem a partir do décimo dia da inundação dos tabuleiros e alimentam-se do sistema radicular do arroz. Isso traz reflexos negativos no desenvolvimento das plantas, que se apresentam de porte reduzido, amarelas e murchas, podendo os sintomas das plantas atacadas pela bicheira ser confundidos com deficiência de nitrogênio, toxicidade de ferro ou salinidade.

O efeito das larvas de *O. oryzae* sobre a produção de grãos de uma determinada cultivar em uma dada localidade pode ser influenciado pela época de plantio, sendo observadas, em plantios do final de outubro, reduções na produção cerca de três vezes maior em relação àqueles realizados no final de novembro. Em geral, ocorrem duas gerações de larvas por safra. A primeira aparece geralmente dez dias após a irrigação definitiva nos plantios convencional e direto, atingindo o acme 25 dias após, quase sempre causando maior dano que a segunda geração, porque ocorre quando o sistema radicular da planta ainda é pouco desenvolvido. A cada larva, em média, por amostra de 0,6 litro de solo e raízes, é esperada uma redução de 1,1% e 1,5% na produtividade de grãos das cultivares de ciclo médio e curto, respectivamente. Após o início da diferenciação das panículas, não há resposta positiva em produtividade de arroz ao controle das larvas.

Manejo

. **Práticas culturais.** Destruir os sítios de hibernação ou de plantas hospedeiras dos gorgulhos na entressafra, normalmente gramíneas que vegetam ou deixam restos nos canais de irrigação e periferia dos campos de arroz; aplanar o solo, para evitar a agregação da praga; fazer adubação nitrogenada suplementar em cobertura, antes do aparecimento do primórdio da panícula, visando a recuperar o sistema radicular danificado pelas larvas; atrasar a época de semeadura; destruir os restos da cultura por queima ou aração, imediatamente após a colheita ou depois de um período de pastoreio, para combater a praga e seus hospedeiros; fazer rotação de culturas para evitar o aumento populacional do inseto, pelos sucessivos cultivos de arroz na mesma área; utilizar cultura armadilha em parte da lavoura, plantada 10 a 15 dias antes da semeadura; e fazer irrigação geral para concentrar e controlar os insetos adultos. Na cultivar de arroz BR-Irga 409, observou-se que a irrigação antecipada de uma semana pode concentrar duas ou mais vezes o número de insetos.

. **Armadilha luminosa.** Pode ser útil para monitoramento e para atrair os insetos para locais de cultura armadilha.

. **Resistência varietal.** As cultivares BR-Irga 410 e BR-Irga 413 foram identificadas como resistentes; a BR-Irga 409, a BR-Irga 412 e a Bluebelle como moderadamente resistentes, e a BR-Irga 414 altamente suscetível. Em áreas com risco de infestação, deve-se evitar o uso de cultivares de ciclo curto, que tendem a ser menos tolerantes ao ataque do inseto.

. **Controle biológico.** A relação de inimigos naturais de *O. oryzae* é pequena, não existindo referência de parasitóides, e os predadores encontrados (larvas de coleóptero Dytiscidae) são pouco conhecidos, ainda que promissores. Como entomopatógeno, são citados os fungos da classe Deuteromicetes, *Beauveria bassiana* (Bols.) Wuill e *Metarhizium anisopliae* (Metsh) Sorokin (Moniliales, Moniliaceae), os quais têm sido utilizados em pesquisas para controle de adultos de *Lissorhoptrus tibialis* (Hustache) e foram considerados viáveis para aplicação em conjunto com fipronil para controle de *O. oryzae*.

. **Controle químico.** Quando necessário, utilizar os seguintes inseticidas registrados para controlar essa praga (Tabela 10 e 11). Em lavouras que não receberam tratamento preventivo, o controle deve ser realizado com base nos dados de amostragens ao acaso, para cicatrizes de alimentação dos gorgulhos na última folha desenvolvida nas plantas, e pelo número de larvas em amostra de aproximadamente 1 L de solo e raízes. As amostras devem ser retiradas em linhas paralelas às bordas ou canais de irrigação, afastadas de 10 m a 20 m e distantes de, aproximadamente, 50 m dentro das linhas. A amostragem para alimentação dos gorgulhos na folha mais nova deve ser feita três a quatro dias após a emergência das plântulas, no sistema pré-germinado, ou após a inundação do cultivo em solo seco, considerando 20 plantas por amostra. Nessa data, se 16% das plantas apresentarem sinais de alimentação na última folha, é esperada uma redução na produção de 100 kg ha⁻¹ ou 1,5%, se a área não for tratada. Caso o nível de 16% não seja atingido, deve-se repetir a amostragem depois de 11 a 12 dias, considerando agora 8% de folhas atacadas como nível de controle. Se não houver necessidade de tratamento nesse período, proceder à amostragem para larvas nas raízes, a partir de 10 a 15 dias da emergência das plantas no sistema pré-germinado, do transplante das mudas no sistema de transplantio e do início da irrigação em sistemas de cultivo em solo seco. Quando for encontrada uma média de duas a três larvas entre as raízes e a terra, contidas num cilindro de amostragem de 10 cm de diâmetro e, mais ou menos, 10 cm de altura, se a área não for tratada, espera-se uma redução na produção de arroz de 100 kg ha⁻¹ ou de 1,5%.

***Percevejo-do-colmo* (Figura 40)**

Tibraca limbativentris Stal, 1860 (Heteroptera, Pentatomidae)



Fig. 40. Percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris*.

Importância e tipo de dano

É uma praga muito prejudicial para o arroz e, em alguns anos, tem apresentado alta incidência, encontrando-se até 200 percevejos m^{-2} , provocando perdas de produção estimadas de 5% a 80%. Está distribuída na maioria dos Estados do Brasil e possui alguns hospedeiros alternativos.

O dano é caracterizado pela morte parcial ou total da parte central dos colmos, em consequência da alimentação do inseto a partir do 2º ínstar ninfal. A picada do inseto na base das plantas, na fase vegetativa, provoca o aparecimento do sintoma conhecido por “coração-morto” e, na fase reprodutiva, o de “panícula-branca” (Figura 41). No local em que o percevejo introduz o estilete na bainha da folha observa-se pequeno ponto marrom (Figura 42), coincidindo internamente com o estrangulamento do colmo (Figura 43). Num estudo com a cultivar BR-Irga 409, sob diferentes populações de machos de *T. limbativentris*, observou-se que infestações na fase reprodutiva aumentam o número de grãos quebrados e gessados e que 1 percevejo m^{-2} , na fase vegetativa, provoca redução de 58,7 $kg\ ha^{-1}$ na produção de grãos. Com o mesmo nível de infestação na fase reprodutiva, a perda na produção de grãos é equivalente a 65,2 $kg\ ha^{-1}$.

Em condições favoráveis ao inseto, estima-se que cada ninfa do 4º e 5º ínstares e cada adulto estabelecido em culturas com 30 e 65 dias de idade são capazes de provocar, nos 35 dias subseqüentes, seis corações-mortos e cinco panículas-brancas, respectivamente.

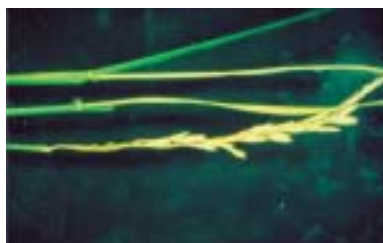


Fig. 41. Coração-morto e panícula-branca por *Tibraca limbativentris*.

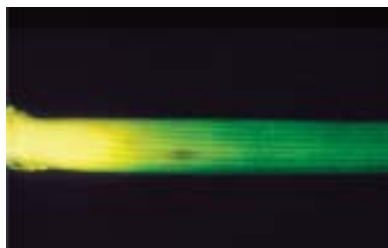


Fig. 42. Colmo com sinal de alimentação por *Tibraca limbativentris*.



Fig. 43. Necrose do colmo sob o ponto de alimentação do *Tibraca limbativentris*.

Manejo

. **Práticas culturais.** Evitar o plantio escalonado de arroz na mesma área ou em áreas próximas; manter o campo livre de plantas hospedeiras da praga; manter inundação uniforme dos quadros para dificultar o estabelecimento do inseto; destruir a resteva por meio de queima ou aração, fazendo, quando necessário, a roçada ou utilizando-a durante alguns dias para alimentação de animais.

. **Resistência varietal.** Estudos preliminares têm indicado a existência de variabilidade genética de arroz a esse inseto; cultivares precoces podem contribuir para diminuir o crescimento das populações, e as cultivares mais perfilhadoras, para diluir o dano do inseto.

. **Controle biológico.** Predadores: *Efferia* sp. (Diptera-Asilidae), aracnídeos, batráquios, aves. Parasitóides de ovo: *Telenomus* sp. (Hymenoptera-

Scelionidae), *Oencyrtus fasciatus* Mercet 1921 (Hymenoptera-Encyrtidae). Entomopatógenos: *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Paecilomyces* sp. (Moniliales-Moniliaceae). Há registro de que este último tem causado infecção em ninfas e adultos.

. **Controle químico.** Utilizar inseticidas recomendados (Tabela 10). Fazer a amostragem do inseto no arrozal, a partir de 40 a 50 dias de idade das plantas, e aplicar tratamento nos locais que apresentarem um ou mais percevejos por 100 colmos, ou quando forem coletados em número médio igual ou maior que 0,3 e 0,5 percevejo por redada de 0,38 x 0,80 m, antes e depois do meio dia, respectivamente.

Percevejos-do-grão (Figura 44, Figura 45)

Oebalus poecilus (Dallas, 1851) e *O. ypsilongriseus* (De Geer, 1773)
(Heteroptera: Pentatomidae)



Fig. 44. Percevejos-das-panículas *Oebalus poecilus*, à esquerda, e *O. ypsilongriseus*.



Fig. 45. Postura de enxame do *Oebalus poecilus*.

Importância e tipo de dano

O percevejo afeta a quantidade e a qualidade da produção, e tem sido abundante, em alguns anos, em grandes áreas, onde as posturas de enxames são indicativas de que, em tais oportunidades, a sua densidade populacional era elevada em grande parte da área. Encontra-se distribuído em todas as regiões produtoras de arroz do Brasil e possui vários hospedeiros alternativos. Alimenta-se da parte aérea das plantas, sendo mais prejudicial quando se alimenta das panículas. Neste caso, os insetos alimentam-se das ramificações das panículas e, principalmente, das

espiguetas, onde deixam cerca de 70% das bainhas de estilete. A natureza e extensão do dano dependem do estágio de desenvolvimento das espiguetas e do inseto, bem como do tempo de alimentação do inseto. Ninfas de 3º ínstar e adultos, em 24 horas, podem danificar, em média, individualmente, 2,6 espiguetas leitosas, 1,5 espiguetas em massa e 0,8 espiguetas maduras. Quando o ataque ocorre no final do desenvolvimento dos grãos, formam-se áreas escuras na casca (Figura 46) e brancas no endosperma, em volta dos pontos perfurados com o rostró (Figura 47). Os grãos ficam estruturalmente enfraquecidos nas regiões danificadas e geralmente quebram durante o beneficiamento. A permanência de um percevejo adulto nas panículas, em fase de maturação, da cultivar BR Irga 410, chegou a destruir 61,7 espiguetas. Em dois experimentos com dez cultivares de arroz irrigado, foi verificado que a permanência de um adulto de *O. poecilus* por panícula, desde o início da fase leitosa das espiguetas até a sua maturação completa provocou uma redução de 10,4% na massa e 12,3% no poder germinativo das espiguetas. Os percevejos também são vetores de fungos como *Helminthosporium oryzae*, *Curvularia lunata* e *Fusarium* spp., que contribuem para aumentar a incidência de manchas nos grãos, quando associados às picadas dos percevejos.



Fig.46. Espiguetas normais, à direita, com sinais de alimentação de *Oebalus* spp., vazias, à esquerda, e atrofiadas, ao centro.



Fig. 47. Grãos manchados pela alimentação de *Oebalus* spp.

Manejo

. **Práticas culturais.** Evitar plantio escalonado de arroz em áreas próximas; manter os campos livres de plantas hospedeiras da praga, como, por exemplo, *Digitaria* spp., *Echinochloa* spp; evitar o acúmulo de quaisquer materiais que possam abrigar a praga; utilizar arroz como cultura armadilha em 5% a 10% da área, plantando 10 a 15 dias antes do plantio geral, e aplicar inseticida, se a área estiver infestada na época de formação dos grãos; destruir os restos de cultura após a colheita.

. **Resistência varietal.** Em teste de confinamento de *O. poecilus*, em panículas das cultivares BR Irga 414, BR Irga 411, Buebelle, BR Irga 410 e EEA-406, constatou-se que a porcentagem de perda de peso dos grãos nas três primeiras cultivares foi significativamente menor que nas demais. Infestações de 13 cultivares de arroz irrigado, com um e dois *O. poecilus* por panícula, não afetaram as sementes produzidas a ponto de influenciar a emergência de plântulas 16 dias após a semeadura. A avaliação de dez genótipos de arroz irrigado para perda total, quantitativa e qualitativa, de *O. poecilus* evidenciou que Metica 1 e CNA 7545 foram mais danificadas que CNA 8033.

. **Controle biológico.** Predador de ninfas e adultos: *Apiomerus flavipennis* Herr. Schaff (Hemiptera-Reduviidae). Parasitóides de adultos e ninfas: *Besikia cornuta* (Brauer & Bergenstan, 1890); (Diptera: Tachinidae). Parasitóides de ovos: *Microphanurus mormidae* Lima, 1935 e *Telenomus mormidea* Lima, 1935 (Hymenoptera-Scelionidae) são considerados mais importantes.

. **Controle químico.** Quando necessário, aplicar inseticidas de acordo com as recomendações (Tabela 10). O monitoramento da cultura deve ser iniciado quando aparecerem as primeiras panículas. O inseticida deve ser aplicado quando, nas duas primeiras semanas, for coletada uma média de cinco percevejos por dez redadas e, nas duas semanas subseqüentes, dez percevejos por dez redadas, ou quando observar 0,8 a 1,0 *Oebalus* por dez panículas.

Tabela 10. Produtos com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle de insetos-pragas do arroz.

Nome Comercial	Nome Técnico	Grupo Químico	CT ¹	Class. Ambiental	Indicação	Dose	Registrante
Actara 250 WG	Tiametoxam	Neonectinoide	III	I	Bicheira-da-raiz	100-150 g ha ⁻¹	Syngenta
Arrivo 200 EC	Cipermetrina	Piretroide	III	II	Lagarta-do-cartucho	50-75 mL ha ⁻¹	FMC
Bac-Control WP	Bacillus thuringiensis	Inseticida Microbiológico	IV	IV	Lagarta-do-cartucho		
Baytroid EC	Ciflutrina	Piretroide	III	II	Curuquerê-dos-capinzais	400-600 g ha ⁻¹	Vectorcontrol
					Lagarta-do-cartucho	150 mL ha ⁻¹	Bayer
					Tibraca	200 mL ha ⁻¹	
Bulldock 125 SC	Beta-ciflutrina	Piretroide	II	I	Lagarta-do-cartucho	30 mL ha ⁻¹	Bayer
					Bicheira-da-raiz	50 mL ha ⁻¹	
Dipel WP	Bacillus thuringiensis	Inseticida Microbiológico	IV	IV	Lagarta-do-cartucho	400-600 g ha ⁻¹	Sumitomo
Dipterex 500	Triclorfon	Organofosforado	II	III	Curuquerê-dos-capinzais		Bayer
					Curuquerê-dos-capinzais	0,8-2 L ha ⁻¹	
Engao Pleno	Tiametoxam + lambda cialotrina	Neonectinoide + piretroide	III	I	Percevejo-do-grão	150 a 200 mL ha ⁻¹	Syngenta
Karatê Zeon 50 CS	Lambda cialotrina	Piretroide	III	I	Bicheira-da-raiz	150 mL ha ⁻¹	Syngenta
					Curuquerê-dos-capinzais	100-150 mL ha ⁻¹	
					Tibraca	150 mL ha ⁻¹	
Klap	Fipromil	Fenil pirazol	III	II	Bicheira-da-raiz	60 mL ha ⁻¹	Basf
Malathion 500 CE	Malatona	Organofosforado	III	-	Lagarta-do-cartucho	2,6 L ha ⁻¹	
					Curuquerê-dos-capinzais	2,6 mL ha ⁻¹	Action
					Percevejo-do-grão	1,3-2,0 L ha ⁻¹	
					Percevejo-do-colmo	1,3-2,0 L ha ⁻¹	
Talcord	Permetrina	Piretroide	III	II	Lagarta-do-cartucho	80 mL ha ⁻¹	Basf
Thuricide	Bacillus thuringiensis	Inseticida microbiológico	IV	IV	Lagarta-do-cartucho	400-600 g ha ⁻¹	Iharabras
					Curuquerê-dos-capinzais		

¹Classes toxicológicas: I = Extremamente tóxico, II = Altamente tóxico, III = Medianamente tóxico, IV = Pouco tóxico.

Tabela 11. Produtos com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para tratamento de sementes de arroz visando ao controle das pragas que atacam a cultura na fase inicial do desenvolvimento.

Nome Comercial	Nome Técnico	Grupo Químico	CT ¹	Class. Ambiental	Indicação	Dose/100 kg de sementes Registrante
Cruiser 700	Tiametoxam	Neonicotinoide	III	III	Bicheira-daraiz	150-200 g
Furadan 350 TS	Carbofurano	Metil carbamato	I	II	Lagarta elasmio	1,5 L
					Cigarinha-das-pastagens	1,5 L
Futur 300	Triodicarbe	Metil carbamato	III	III	Lagarta elasmio	1,5 L
					Cigarinha-das-pastagens	1,5 L
Gaúcho	Imidacloprid	Neonicotinoide	IV	III	Bicheira-daraiz	300 g
Gaúcho FS	Imidacloprid	Neonicotinoide	IV	III	Bicheira-daraiz	350 mL
Gaúcho 600A	Imidacloprid	Neonicotinoide	IV	III	Bicheira-daraiz	350 mL
Laser 400 SC	Benturacarbe	Metil carbamato	II	II	Lagarta elasmio	2,5 L
					Cigarinha-das-pastagens	0,8 L
Semevin 350	Triodicarbe	Metilcarbamato	III	I	Lagarta elasmio	1,5 L
					Cigarinha-das-pastagens	1,5 L
					Cascudo-preto	1,5 L
Standak	Fipronil	Fenil pirazol	IV	II	Bicheira-daraiz	120-150

¹Classes toxicológicas: I = Extremamente tóxico, II = Altamente tóxico, III = Medianamente tóxico, IV = Pouco tóxico.

Uso de agrotóxicos

Legislação

De acordo com a Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, agrotóxicos são os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento dos produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. A lei dispõe sobre as atividades realizadas com agrotóxicos no território nacional, desde a sua produção ou importação até o destino final de seus resíduos e embalagens. As disposições dessa lei foram regulamentadas pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Outros aspectos do uso de agrotóxicos dispostos nas leis incluem: classificação, certificação de prestadores de serviços, transporte, aplicação, segurança para os trabalhadores e destino final dos resíduos e embalagens vazias.

Em 2005, o Ministério do Trabalho criou a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura, a NR nº 31, a qual estabelece os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, em qualquer atividade da agricultura, incluindo as atividades industriais desenvolvidas no ambiente agrário. A NR nº 31 deixa claros os procedimentos e exigências a serem atendidos com relação ao uso de agrotóxicos na agricultura tanto por parte do empregador como dos empregados.

Os principais agrotóxicos usados na cultura do arroz irrigado são os inseticidas, herbicidas e fungicidas. Vale lembrar que aqueles que fizerem uso irregular de agrotóxicos podem ser punidos com multa ou mesmo prisão.

Classificação

A toxicidade da maioria dos agrotóxicos é expressa em valores referentes à Dose Média Letal (DL_{50}), por via oral, representada por miligramas do ingrediente ativo do produto por quilograma de peso vivo, necessários para matar 50% da população de ratos ou de outro animal teste. A DL_{50} é usada para estabelecer as medidas de segurança a serem seguidas para reduzir os riscos que o produto pode apresentar à saúde humana.

Os agrotóxicos são agrupados em classes, de acordo com a sua toxicidade (Tabela 12).

Tabela 12. Classes toxicológicas dos agrotóxicos com base na DL_{50} ¹.

<i>Classe</i>	<i>Classificação</i>	<i>Cor da faixa no rótulo da embalagem</i>
I	Extremamente tóxico (DL_{50} menor que 50 mg kg^{-1} de peso vivo)	Vermelho vivo
II	Altamente tóxico (DL_{50} de 50 mg a 500 mg kg^{-1} de peso vivo)	Amarelo intenso
III	Medianamente tóxico (DL_{50} de 500 mg a 5.000 mg kg^{-1} de peso vivo)	Verde intenso
IV	Pouco tóxico (DL_{50} maior que 5.000 mg kg^{-1} de peso vivo)	Verde intenso

¹A dose letal (DL_{50}) é a dose de uma substância, expressa em mg/kg de peso vivo, que é necessário ingerir ou administrar para provocar a morte de pelo menos 50% da população em estudo.

Rótulo

O rótulo do produto é a principal forma de comunicação entre o fabricante e os usuários. As informações constantes no rótulo são resultado de anos de pesquisa e testes realizados com o produto antes de receber a autorização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para ser comercializado. Portanto, antes de manusear qualquer agrotóxico, deve ser feita leitura criteriosa de seu rótulo. Impressas nas embalagens ou anexadas a elas devem ser encontradas as seguintes informações:

- as pragas que o agrotóxico deve controlar;
- as culturas para as quais o agrotóxico pode ser aplicado;
- as dosagens recomendadas para cada situação;
- a classificação toxicológica do agrotóxico;
- a forma pela qual o agrotóxico pode ser utilizado;
- o local onde o agrotóxico pode ser aplicado;
- a época em que o agrotóxico deve ser usado: pré-plantio, pré-emergência ou pós-emergência;
- o período de carência, ou seja, o intervalo de tempo, em dias, que deve ser observado entre a aplicação do agrotóxico e a colheita do produto agrícola. A observância do período de carência é, portanto, essencial para que o alimento

colhido não possua resíduo do agrotóxico em níveis acima do limite máximo permitido pelo Ministério da Saúde. A comercialização de produtos agrícolas contendo resíduo de agrotóxico em níveis acima do limite máximo fixado por aquele Ministério é ilegal;

- . se o agrotóxico pode ser misturado a outros de uso freqüente, em situações semelhantes; e
- . se o agrotóxico pode causar injúria às culturas para as quais é recomendado.

Aplicação

A eficácia do agrotóxico no controle de pragas, doenças e plantas daninha depende muito da sua aplicação. O mau uso do agrotóxico, além de desperdício, pode contaminar pessoas e o ambiente. Assim, o equipamento usado para aplicação de agrotóxicos é tão importante quanto o próprio agrotóxico. Muitos problemas resultantes da aplicação de agrotóxicos, tais como deriva, cobertura irregular e falha do pesticida em alcançar o alvo, são devidos ao equipamento usado. Ao escolher um equipamento para aplicar o agrotóxico deve-se estar atento à eficiência do equipamento, ao seu custo e às facilidades de uso e limpeza. A maioria dos agrotóxicos é aplicada via pulverização de soluções ou suspensões líquidas. Antes de carregar o equipamento com o agrotóxico, deve-se calibrá-lo, ou seja, ajustá-lo para que seja aplicada a quantidade correta de agrotóxico no local desejado. Isso deve ser feito sempre que se utiliza um outro agrotóxico ou houver alteração na dose a ser aplicada. Existem várias maneiras de se calibrar os equipamentos. É importante que se escolha um método confiável e fácil de ser usado. É necessário calibrar o equipamento antes do uso também porque:

- . os equipamentos não são idênticos. Pequenas diferenças podem resultar em grandes variações na dose real a ser aplicada, gerar controle ineficiente e causar problemas no ambiente; e
- . o desgaste dos bicos dos pulverizadores aumenta a vazão e altera o padrão de distribuição do agrotóxico, aumentando o risco de o agrotóxico causar injúria à cultura. Um outro cuidado a ser tomado periodicamente refere-se à manutenção e limpeza dos equipamentos de aplicação de agrotóxicos. Essa medida é importante por duas razões:
 - . econômica - a boa manutenção dos equipamentos, além de reduzir a necessidade de reposição de suas partes, facilita a aplicação dos agrotóxicos. Para que o equipamento seja bem calibrado ele deve estar em boas condições de funcionamento;

- saúde - os equipamentos retêm resíduos dos produtos em suas partes (tanques, mangueiras e bicos) e na sua superfície, havendo risco de esses resíduos virem a contaminar pessoas e animais. A limpeza correta desses equipamentos reduz os riscos de contaminação e intoxicação.

Precauções no uso

Para ser usado na agricultura, todo agrotóxico deve ser registrado para a cultura e para a praga alvo. Sua utilização indevida pode causar muitos malefícios para o homem, animais silvestres, peixes e outros organismos desejáveis que habitam ou visitam os campos de arroz para se alimentar. Para reduzir o risco de contaminações e o impacto negativo no ambiente, além das medidas impressas nos rótulos dos agrotóxicos, recomendam-se as seguintes precauções:

- selecionar o agrotóxico correto para o organismo alvo, levando-se em consideração o nível de infestação e local em que o produto será aplicado;
- usar o agrotóxico na dose recomendada;
- observar as restrições de uso do agrotóxico e da área;
- caso o agrotóxico apresente restrições de uso, deve-se obter a permissão para sua aplicação com o órgão competente, quer seja o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) ou a Secretaria/Agência Estadual para o Meio Ambiente;
- aplicar os agrotóxicos somente quando as condições de tempo forem favoráveis - ventos fracos ou inexistentes -, para evitar que a deriva de agrotóxicos contamine áreas no entorno do campo e canais; e
- respeitar o período de carência.

Descarte de resíduos e embalagens

O descarte de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos deve ser realizado seguindo o disposto na legislação. O descarte indevido de resíduos de agrotóxicos pode resultar em sérios danos ao homem, animais e ambiente. Os resíduos incluem restos de agrotóxicos, embalagens vazias e produtos contaminados com os agrotóxicos.

As embalagens vazias de agrotóxico devem ser encaminhadas à central de recebimento de embalagens da região. A tríplice lavagem dos equipamentos e embalagens é um procedimento que deve ser seguido antes do envio da embalagem vazia ao seu destino. O mesmo procedimento deve ser efetuado para a limpeza dos equipamentos usados na aplicação de agrotóxicos.

Para a tríplice lavagem das embalagens de agrotóxicos, deve-se adotar o seguinte procedimento:

- . esvaziar a embalagem completamente, deixando o líquido escorrer no tanque do pulverizador;
- . adicionar água até 25% da capacidade da embalagem;
- . fechar e agitar a embalagem por 30 segundos;
- . verter a água da embalagem no tanque do pulverizador;
- . repetir o procedimento pelo menos mais duas vezes; e
- . perfurar a embalagem para garantir que ela não será reutilizada para outros fins.

Boas práticas de manejo

Nesse contexto, as boas práticas de manejo (BPMs) referem-se às práticas que ajudam a reduzir o risco potencial de o agrotóxico ser transportado pela água e atingir o lençol freático ou as águas subterrâneas que abastecem os municípios.

As BPMs relacionadas a seguir, quando incorporadas às operações regulares na condução da lavoura, podem contribuir para reduzir o impacto indesejável resultante da utilização de agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana.

Manejo integrado de pragas

O manejo integrado de pragas (MIP) consiste no uso de todos os meios de controle, químico e não químico, de forma compatível, para reduzir as perdas na produção causadas pelos artrópodes, doenças e plantas daninhas. Os agrotóxicos devem ser considerados como um dos recursos para combater as pragas e devem ser usados somente quando isso for economicamente viável. Em outras palavras, o valor da perda esperada devido à praga deve ser maior que o custo para o seu controle. Dessa forma, o monitoramento e amostragens das pragas devem ser práticas regulares na agricultura para verificar se o nível de infestação das pragas justifica o controle, seja esse com a aplicação de inseticidas ou outra medida de controle, como, por exemplo, o uso de armadilhas.

Estabelecimento de área de proteção entre a lavoura e as áreas mais sensíveis

A contaminação dos mananciais ocorre pelo movimento dos agrotóxicos através da água. O estabelecimento de uma área tampão formada de floresta natural ou

plantada entre o campo agrícola e os reservatórios de água naturais serve de barreira para contaminações.

Utilização de métodos alternativos de controle de pragas

Normalmente, o controle das pragas exige menos esforço do que realmente é feito para reduzir o nível de perdas. Em muitos casos, a combinação de práticas culturais que dificultem o avanço das pragas e preservem os inimigos naturais são medidas preventivas tão ou mais eficientes que os benefícios trazidos pelos agrotóxicos. Além disso, a demanda do consumidor e da indústria por um produto advindo de ambiente com nenhum ou pouco uso de agrotóxicos tem aumentado nos últimos anos.

Colheita

Ponto de colheita

Colher na época certa é de fundamental importância para se obter um produto de melhor qualidade e com maior rendimento. O arroz atinge o ponto de maturação adequado quando dois terços dos grãos da panícula estão maduros. Embora essa fase seja fácil de ser determinada visualmente, pode-se também tomar como base o teor de umidade dos grãos, o qual deve estar, preferencialmente, entre 16 e 23%, para a maioria das cultivares.

A colheita precoce, com umidade elevada, aumenta a proporção de grãos mal formados e gessados. O arroz colhido tardiamente, com umidade muito baixa, afeta a produção pelo degrane natural, ocorrendo o trincamento dos grãos e a redução do rendimento de inteiros no beneficiamento.

Algumas cultivares são muito exigentes quanto ao ponto de colheita. A cultivar Metica 1, por exemplo, deve ser colhida com teor de umidade nos grãos entre 20% e 16%. O desconhecimento desta exigência pode acarretar acentuado índice de quebra de grãos no beneficiamento.

Máquinas de colheita

A colheita pode ser realizada por diversos tipos de máquinas, desde as de pequeno porte, tracionadas por trator, até as colhedoras automotrizes, dotadas de plataforma de colheita de até 6 m de largura, as quais realizam, em sequência, as operações de corte, recolhimento, trilhamento e limpeza dos grãos. Em algumas propriedades do Estado do Tocantins, a plataforma convencional das

colhedoras com barra de corte tem sido substituída por outra, provida de rotor, que opera com rotação inferior a 1.000 rpm e arranca somente os grãos das plantas. Este sistema apresenta a vantagem de não cortar as plantas de arroz, provocando, assim, o ingresso mínimo de plantas na máquina, o que aumenta a capacidade de trabalho da colhedora.

As colhedoras de arroz colhem e trilham as plantas numa única operação. As máquinas especiais para terrenos de baixa sustentação, como os de lavouras irrigadas, são equipadas com pneus arroseiros ou com pneus duplados, de maior superfície de contato com o solo, ou com esteiras. São caracterizadas por possuírem mecanismos de corte e alimentação de plantas; de trilhamento; de separação; de limpeza; de transporte e armazenamento de grãos e de outros componentes especiais para garantir boa operação nas variadas condições de cultivos, como as de várzeas.

Para colher com eficiência o arroz irrigado, entre outros cuidados, deve-se:

- . equipar a colhedora com rodado de esteira para operar nos terrenos de baixa sustentação;
- . controlar a velocidade do molinete para não ultrapassar em 25% a velocidade de avanço da máquina;
- . usar cilindro batedor de dentes com rotação entre 500 e 700 rpm;
- . regular adequadamente a abertura entre o côncavo e o cilindro batedor, para obter máxima eficiência no trilhamento e mínimo dano e perda de grãos; e
- . evitar velocidades de operação excessivas, já que isso aumenta substancialmente as perdas.

O mecanismo convencional que corta e recolhe as plantas é denominado de plataforma de corte. Pelo fato de cortar os colmos abaixo das panículas e distante do solo, a plataforma indicada para o arroz é a do tipo rígida, sem movimento de flexão na barra de corte. A plataforma possui: separadores de fileiras de plantas, que dividem longitudinalmente a área de colheita; molinete, que recolhe as plantas puxando-as contra a barra ceifadora formada de navalhas serrilhadas; e condutor helicoidal, ou caracol, que transporta as plantas para o canal alimentador do sistema de trilha. A relação entre as velocidades do molinete e de deslocamento da máquina deve ser inferior a 1,25, para minimizar a ocorrência de perda de grãos na plataforma. Faz-se oportuno ressaltar que, na colheita do arroz, cerca de 70% das perdas são devidas à plataforma de corte.

Uma alternativa para substituir a plataforma de corte, que produz menos palha na saída do saca-palhas, é a plataforma recolhedora de grãos, a qual tem como componente principal um cilindro recolhedor com dedos degranadores feitos em polipropileno. O cilindro atua nas plantas raspando as panículas da base para o ápice. Com o giro, os grãos são arrancados e lançados para trás, em direção ao caracol, que os conduz ao canal alimentador do sistema de trilha da colhedora. A velocidade de deslocamento e, conseqüentemente, a taxa de alimentação da máquina, com o uso da plataforma recolhedora, podem ser aumentadas, sem que haja sobrecarga dos mecanismos da máquina.

O mecanismo de trilhamento recebe as plantas da plataforma de corte e realiza a degranção e a separação primária dos grãos. Mais de 90% dos grãos são separados das panículas no ato do trilhamento. Os componentes responsáveis pela trilha são o cilindro degranador e o côncavo, que para o arroz devem ser de dentes. A velocidade periférica do cilindro varia conforme o teor de umidade dos grãos; em geral, é de 20 m a 25 m s⁻¹, com uma velocidade de giro em torno de 600 rpm.

Após o trilhamento, os colmos e parte dos grãos são conduzidos ao mecanismo de separação, composto pelo batedor traseiro, extensão do côncavo, saca-palhas e cortinas. O batedor é um defletor rotativo que realiza uma segunda degranção das plantas contra a extensão do côncavo, conduzindo-as para o saca-palhas para a separação final. As cortinas auxiliam na uniformização do material sobre o saca-palhas, que descarrega a palhada no solo e conduz os grãos remanescentes para o mecanismo de limpeza. Para facilitar o preparo imediato do solo para o próximo cultivo, as colhedoras de arroz devem ser operadas com picador e espalhador de palhas. O uso do picador é também de fundamental importância para o cultivo da soca de arroz.

Os grãos separados pelo côncavo e saca-palhas e as impurezas são levados pela bandeja coletora para a unidade de limpeza, a qual é composta ainda de peneira superior, extensão da retilha, peneira inferior e ventilador. A peneira superior realiza uma pré-limpeza dos grãos que caem na peneira inferior. A extensão da retilha, posicionada na extremidade da peneira superior, tem a função de segurar os grãos não trilhados, enquanto a peneira inferior faz a limpeza final dos grãos. O ventilador joga o vento nas peneiras, auxiliando na eliminação das impurezas dos grãos, por diferença de densidade.

Os grãos limpos são transportados por condutores helicoidais e por correntes elevadoras para o tanque graneleiro ou para a plataforma de ensacamento de

grãos. Os grãos não trilhados são recolhidos pela extensão da retrilha para a unidade de trilhamento da colhedora.

Ocorrência de perdas

As perdas acontecem, geralmente, em duas etapas distintas, antes e durante a colheita. Antes da ceifa das plantas, os fatores responsáveis pelas perdas são: degrana natural; acamamento; ataque de pássaros; excesso de chuvas; ação de ventos; veranico prolongado e danos causados por doenças e insetos, que, além de diminuir a massa dos grãos, depreciam o valor comercial do arroz. A degrana natural, que é dependente da constituição genética da cultivar e da ação prejudicial do vento, da chuva ou de veranicos, constitui fator não controlável pelo produtor.

Quando o arroz está sendo colhido, o impacto das plantas com a unidade de apanha da máquina provoca perdas variáveis, que dependem da facilidade de degrana da cultivar, da umidade dos grãos, da presença de plantas daninhas e da conservação e operação da colhedora. Imprimir à máquina velocidade excessiva de trabalho e incompatível com a rotação do molinete provoca a degrana prematura ou falhas de recolhimento, aumentando consideravelmente as perdas.

As perdas que ocorrem na unidade de trilhamento são mais elevadas quando a abertura do cilindro trilhador e o côncavo da colhedora não estão devidamente ajustados. Regulagens inadequadas desses mecanismos causam trilhamento deficiente, fazendo que boa parte dos grãos fique presa às panículas, dificultando a operação de separação nas peneiras ou provocando o trincamento dos grãos, o que reduz a porcentagem de grãos inteiros no beneficiamento.

As perdas também ocorrem nas peneiras devido à má regulação do fluxo de ar, da abertura e da posição delas. No saca-palhas, as perdas podem ser decorrentes da sua obstrução, da regulação e da velocidade excessiva da máquina ou das condições da lavoura, como alta ocorrência de plantas daninhas e grãos com elevado teor de umidade ou imaturos.

Determinação da perda de grãos

A perda de grãos na colheita pode ser avaliada segundo dois parâmetros, determinação da perda total ou parcelada.

Determinação da perda total - refere-se à determinação da perda de grãos numa só etapa, realizada após a operação da colhedora, seguindo-se estes passos:

- (a) após a colheita das plantas, escolhe-se, ao acaso, uma área retangular de 1 m², que deve ser demarcada de tal forma que o seu lado maior corresponda à largura da plataforma de corte;
- (b) recolhem-se os grãos na área demarcada, inclusive aqueles que estiverem presos nas ramificações da panícula;
- (c) determina-se a massa dos grãos e transformam-se as perdas em kg ha⁻¹, utilizando-se a equação 1, apresentada a seguir:

$$\text{Equação 1 Perda (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{massa dos grãos (g)} \times 10$$

ou quantificam-se as perdas de acordo com as orientações detalhadas na Tabela 13 ou pode-se, ainda, utilizar o copo plástico medidor volumétrico. Esse copo medidor possui graduação específica para o arroz e representa um método simples, prático e preciso de medir as perdas, dispensando os trabalhos de contagem ou de pesagem dos grãos.

É importante enfatizar que as perdas devem ser avaliadas em pelo menos quatro áreas da lavoura.

Tabela 13. Perdas mínima e máxima de arroz conforme o número de grãos por m² encontrados na lavoura após a colheita.

Grãos (nº m ⁻²)	Perda de arroz (kg ha ⁻¹)		Grãos (nº m ⁻²)	Perda de arroz(kg ha ⁻¹)	
	Mínima*	Máxima*		Mínima*	Máxima*
50	12,9	17,8	550	141,9	195,8
100	25,8	35,6	600	154,8	213,6
150	38,7	53,4	650	167,7	231,4
200	51,6	71,2	700	180,6	249,2
250	64,5	89,0	750	193,5	267,0
300	77,4	106,8	800	206,4	284,8
350	90,3	124,6	850	219,3	302,6
400	103,2	142,4	900	232,2	320,4
450	116,1	160,2	950	245,1	338,2
500	129,0	178,0	1.000	258,0	356,0

* Para 100 sementes de arroz, consideraram-se como massas mínima e máxima, respectivamente, 2,58 g e 3,56 g.

Determinação parcelada das perdas

Permite identificar as perdas devidas à plataforma de corte, ao saca-palhas e às peneiras da colhedora.

Perda na plataforma de corte

- (a) durante a operação de colheita do arroz, deve-se parar a colhedora casualmente em um local da lavoura e desligar os mecanismos da plataforma de corte;
- (b) levantar a plataforma e recuar a máquina a uma distância equivalente ao seu comprimento, de 4 m a 5 m;
- (c) demarcar uma área de 1 m², à frente dos rastros deixados pelos pneus;
- (d) recolher os grãos caídos na área demarcada;
- (e) determinar a massa dos grãos e calcular a perda em kg ha⁻¹, usando a equação 1;
- (f) repetir estes procedimentos em quatro locais da lavoura.

Perda no saca-palhas

- (a) usar uma armação de madeira e pano, tipo maca, com dimensões de 0,5 m de largura e 1,2 m de comprimento;
- (b) posicionar a armação em um local representativo da lavoura e esperar a passagem da colhedora;
- (c) quando da passagem da máquina, manter a armação fixa para coletar a descarga do saca-palhas;
- (d) separar os grãos da palha e determinar sua massa;
- (e) calcular a perda em kg ha⁻¹, utilizando a equação 2:

Equação 2 Perda (kg ha⁻¹) = massa dos grãos (g) x 20/Largura da barra de corte (m)

Perda nas peneiras

A perda nas peneiras é determinada adotando-se o mesmo procedimento descrito anteriormente. Com a mesma armação, faz-se, ao mesmo tempo, a coleta dos

grãos provenientes das descargas das peneiras e do saca-palhas. Uma vez determinada a massa dos grãos perdidos no saca-palhas, obtém-se, por diferença, a massa dos grãos perdidos pelas peneiras.

A perda devida aos mecanismos internos pode também ser quantificada subtraindo-se, da perda total, as perdas encontradas na plataforma de corte da colhedora. Tanto o levantamento de perdas no saca-palhas quanto nas peneiras deve ser realizado em pelo menos quatro locais da lavoura.

Recomendações técnicas

Para evitar perdas desnecessárias, antes de proceder à colheita, devem ser observados alguns aspectos.

Horário de colheita

Evitar que a colheita se realize pela manhã, quando os grãos ainda se encontram umedecidos pelo orvalho. Caso ocorra chuva, deve-se esperar que o arroz seque, caso contrário, pode haver obstrução na colhedora.

Teor de umidade do grão

O teor de umidade ideal dos grãos, para a maioria das cultivares de arroz, deve situar-se entre 16% e 23%. Na prática, como nem sempre se dispõe de aparelhos para determinar o teor de umidade no campo, o produtor pode basear-se na mudança de cor das glumas, considerando como ideal quando dois terços dos grãos da panícula estiverem maduros. Morder os grãos ou apertá-los com a unha pode também ser um indicativo útil. Se o grão amassar, o arroz encontra-se ainda imaturo; se quebrar, encontra-se na fase semidura, e a colheita poderá ser iniciada. Em regiões de alta pluviosidade, onde a colheita é processada freqüentemente com elevado teor de umidade, o produto deve sofrer secagem imediata para preservar a qualidade durante o armazenamento.

Regulagem e manutenção da colhedora

É possível obter maior rendimento com custo reduzido, se forem seguidas as instruções contidas no manual do operador, que acompanha a colhedora, efetuando a regulagem adequada dos mecanismos externos e internos da máquina. Deve-se atentar, principalmente, para o seu estado de conservação e sua manutenção, verificando se há navalhas defeituosas, falta de peças

integrantes do molinete e outras irregularidades nos mecanismos de trilhamento e abanação. A velocidade do molinete deve ser suficiente para puxar as plantas para o interior da máquina, devendo ser até 25 % superior à velocidade de deslocamento da colhedora. Operar a colhedora com velocidade excessiva de trabalho predispõe a máquina a desgastes prematuros e a inúmeros riscos de acidentes.

Quando o arroz estiver acamado, a velocidade de deslocamento da colhedora deve ser reduzida, e o molinete, regulado com menor altura e mais avançado que nas lavouras não acamadas, sempre com alinhamento paralelo às navalhas. A colheita realizada no sentido do acamamento é mais eficiente e, por isso, às vezes torna-se necessário colher em uma só direção, apesar de haver redução do rendimento diário da operação.

Para colher com eficiência o arroz irrigado, entre outros cuidados, deve-se: equipar a colhedora com rodado de esteira para operar nos terrenos de baixa sustentação; usar cilindro batedor de dentes com rotação entre 500 rpm e 700 rpm; regular adequadamente a abertura entre o côncavo e o cilindro batedor, para obter máxima eficiência no trilhamento e mínimo dano e perda de grãos; e evitar velocidades de operação excessivas, pois isso aumenta substancialmente as perdas.

Drenagem final

Em cultivos irrigados é de grande importância o conhecimento da melhor época para se drenar a lavoura antes da colheita. Deve-se levar em consideração que a drenagem antecipada, embora favoreça a economia de água, pode acarretar decréscimo na produtividade. A época da drenagem varia de acordo com as características do solo e da cultivar, e deve ser efetuada, geralmente, dez dias antes do corte do arroz, para maior facilidade de locomoção da máquina na área, sem prejuízo para a produtividade e a qualidade dos grãos, assegurando bom rendimento no beneficiamento.

Além dessas recomendações, estabelecidas no sentido de reduzir as perdas na colheita do arroz e minimizar os danos sobre a qualidade do produto, também se devem tomar alguns cuidados nas etapas subseqüentes, de pós-colheita, como transporte, secagem, limpeza, tratamento e conservação das sementes e grãos, para que essas operações não contribuam para elevar as perdas.

Soca

Importância

O uso sustentável das várzeas compreende a utilização de sistemas de cultivos múltiplos, produzindo duas a três safras por ano na mesma área. Conseqüentemente, uma segunda colheita de arroz (*Oryza sativa* L.) mediante o cultivo da soca, que é a capacidade das plantas de arroz em regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita, pode ser uma das primeiras alternativas viáveis para aumentar a produtividade de grãos em regiões tropicais, visto que esta é a espécie mais adaptada ao ecossistema várzeas.

Em um dado sistema de produção, como o do arroz irrigado, a melhoria pode ser alcançada mediante o aumento da produção por unidade de área, com maior relação benefício/custo, ou pela manutenção do nível da produtividade com redução do custo de produção. A soca de arroz oferece oportunidade para aumentar a produção de grãos por unidade de área cultivada, pois apresenta menor duração do ciclo que um novo cultivo.

No Estado do Tocantins, a soca tem-se mostrado vantajosa, em decorrência da obtenção de relação benefício/custo mais favorável; em áreas melhor conduzidas têm-se obtido 22 sacas de 60 kg ha⁻¹, com um custo de produção equivalente de cinco a nove sacas, com um ciclo ao redor de 55 dias. No entanto, resultados de pesquisa têm mostrado que com o uso de tecnologia é possível obter produtividades mais expressivas, o que tem estimulado o uso desta prática em áreas extensivas (Figura 48).



Fig. 48. Cultivo da soca da cultivar de arroz irrigado Epagri 108 no Estado do Tocantins.

Nas regiões do baixo e médio Vale do Itajaí e do litoral norte de Santa Catarina, por meio de sistemas de cultivo intensivos, os produtores efetuavam dois cultivos de arroz por ano, utilizando-se cultivares de ciclo curto. Atualmente, em cerca de 80% da área cultivada, que está em torno de 25 mil ha, o que representa aproximadamente 20% da área do Estado, o segundo cultivo foi eliminado e está sendo praticado o cultivo da soca, obtendo-se produtividade de grãos de até 4.000 kg ha⁻¹, com até 110 dias de ciclo. O custo de produção do cultivo da soca compreende somente a água, a uréia e o óleo diesel utilizado na roçada ou no preparo da soca, além da colheita. Na safra 2002/2003, nessa região onde está sendo incorporada a técnica de cultivo da soca, foi atingida a média adicional de 2.770 kg ha⁻¹.

Com isso, o cultivo da soca possibilita aumentar a produtividade das várzeas com qualidade da produção, reduzir a sazonalidade do uso de máquinas e implementos, aumentar a ocupação da mão-de-obra rural e incrementar a renda líquida do produtor.

Fatores determinantes no cultivo da soca

Planejamento

Para obter êxito no cultivo da soca é necessário um planejamento do sistema de produção de arroz, compreendendo desde o estabelecimento do cultivo principal até a segunda colheita. Deve-se cultivar a soca de genótipos com reconhecida capacidade produtiva nas duas colheitas. Como a soca representa um percentual da produtividade do cultivo principal, é interessante que para o seu cultivo sejam selecionadas, preferencialmente, as áreas mais produtivas.

Escolha das cultivares

As cultivares comportam-se diferentemente em relação à produção e à origem dos perfilhos na soca e, conseqüentemente, ao seu potencial produtivo. Algumas cultivares desenvolvem perfilhos em todos os nós do colmo, enquanto outras formam perfilhos apenas nos nós inferiores. As cultivares precoces podem comportar-se melhor que as de ciclo médio em regiões onde as condições climáticas são limitantes ao desenvolvimento da soca. Entretanto, sob condições favoráveis, as cultivares de ciclo médio apresentam maior produção biológica que as de ciclo curto, tanto no cultivo principal quanto na soca. Na maioria dos genótipos, há redução dos componentes da produtividade, número de panículas por área, número de grãos por panícula e massa de 100 grãos, e, conseqüentemente, da produtividade de grãos na soca em relação à do cultivo principal. Entre esses componentes, o número de grãos por panícula foi o que apresentou maiores diferenças entre as duas colheitas, havendo redução em

torno de 50%. Com isso, para aumentar a produtividade na soca, há necessidade de aumentar esse componente, seja mediante o melhoramento de plantas ou o emprego de técnicas de manejo da cultura.

Estudos realizados em diversas regiões brasileiras mostraram que a relação entre as produtividades da soca e do cultivo principal de diferentes cultivares e linhagens de arroz varia de 5% a 89%. A maioria dos estudos não tem mostrado correlação positiva e significativa entre as produtividades de grãos do cultivo principal e da soca. As características agrônômicas que mais se correlacionam com a produtividade, no cultivo principal, são a altura de plantas (Tabela 14) e o índice de colheita, enquanto na soca são o número de panículas por m² e o número de perfilhos por m² (Tabela 15). No cultivo da soca, a linhagem de arroz CNA 3771 e a cultivar Formoso, ambas de ciclo médio, apresentaram índices adequados de produtividade, respectivamente 3.053 kg ha⁻¹ e 2.702 kg ha⁻¹ (Tabela 16), o que justifica plenamente a utilização dessa prática cultural.

Algumas cultivares de arroz podem apresentar alta produtividade no cultivo principal e não serem produtivas na soca, como é o caso da Metica 1 (Tabela 16), enquanto outras, como a BRS Formoso e a BRS Ourominas, têm alto potencial produtivo nos dois cultivos.

Tabela 14. Valores médios de perfilhos por m² e altura das plantas, no cultivo principal e na soca, e notas da avaliação visual da capacidade de perfilhamento, em nove genótipos de arroz irrigado¹.

Tratamento	Cultivo principal		Soca		Capacidade de per- filhamento ²
	Perfilhos (nº m ²)	Altura das plantas (cm)	Perfilhos (nº m ²)	Altura das plantas(cm)	
Ciclo - Grupo					
Curto	612	68b	648	67	3.95
Médio	623	75a	590	62	4.06
Genótipo de ciclo curto					
CNA 7546	585ab	71b	685a	68ab	3.75
CNA 7151	608ab	68b	754a	68ab	4.63
PR 380	694a	59c	662ab	69a	4.00
BR-Irga 409	431b	89a	494b	68ab	3.00
Javaé	741a	57c	644ab	63b	4.38
Genótipo de ciclo médio					
BRS Formoso	666	70b	682a	60b	4.63
CNA 3771	588	75ab	667a	67a	5.00
Metica 1	665	80a	364b	62ab	2.38
Diamante	574	76a	670a		

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

² Notas: 1 = muito baixa capacidade de perfilhamento; 2 = baixa; 3 = média; 4 = alta; 5 = muito alta.

Tabela 15. Valores médios dos componentes da produtividade de grãos de nove genótipos de arroz irrigado, no cultivo principal e na soca¹.

Tratamento	Cultivo principal				Soca			
	Panícula (n° m ²)	Grãos (n° Paníc. ¹)	Massa 100 grãos (g)	Fert. espig. ² (%)	Panícula (n° m ²)	Grãos (n° Paníc. ¹)	Massa 100 grãos (g)	Fert. espig. ² (%)
Ciclo - Grupo								
Curto	395b	78	2,72	85	546	40	2,36b	85a
Médio	550a	73	2,62	87	546	39	2,53a	78b
Genótipo de ciclo curto								
CNA 7546	453ab	75b	2,63b	86ab	548ab	37b	2,65a	85
CNA 7151	316b	69b	2,18c	79b	564ab	45a	2,15b	82
PR 380	472a	68b	2,96ab	85ab	610a	40a	2,37ab	86
BR-Irga 409	322ab	131a	2,59bc	89a	443b	43a	2,35ab	84
Javaé	413ab	50c	3,24a	87a	564b	36b	2,28ab	87
Genótipo de ciclo médio								
BRS Formoso	551	58c	2,79a	91a	631a	40a	2,58	78b
CNA 3771	565	72bc	2,81a	88a	599a	42a	2,76	86a
Metica 1	556	89a	2,19b	80b	340b	37b	2,36	73b
Diamante	526	73b	2,70a	89a	592a	35b	2,40	74b

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

² Análise efetuada com os dados transformados para arcseno v 100.

Tabela 16. Valores médios da produtividade do cultivo principal, da soca e total, relação soca/cultivo principal, índice de colheita (IC) e ciclo biológico de nove genótipos de arroz irrigado¹.

Tratamento	Produtividade			Soca/Cultivo Principal (%)	Cultivo Principal		Soca	
	Cultivo Principal	Soca (Kg ha ⁻¹)	Total ²		IC	Ciclo ³ (dia)	IC	Ciclo ³ (dia)
Ciclo - Grupo								
Curto	4517	2685	7202	59,4	0,41b	116	0,53	59
Médio	5575	2170	7940	37,6	0,56a	148	0,52	64
CNA 7546	5064a	2763a	7828a	54,6	0,41	117	0,52ab	65
CNA 7151	2750b	2833a	5583b	103,0	0,40	110	0,51b	59
PR 380	5062b	3018a	8079a	59,6	0,44	117	0,58a	59
BR-Irga 409	5486a	2111b	7597a	38,5	0,44	117	0,54ab	59
Javaé	4232ab	2699a	6922ab	63,9	0,35	117	0,50ab	52
Genótipo de ciclo médio								
BRS Formoso	5089	2702a	7792ab	53,1	0,59	148	0,54ab	64
CNA 3771	6311	3053a	9364a	48,4	0,54	148	0,55a	64
Metica 1	6370	920c	7290b	14,4	0,54	148	0,48b	64
Diamante	5308	2005b	7313b	37,8	0,56	148	0,50ab	64

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

² Produtividade da cultivo principal + soca.

³ Ciclo compreendendo da semeadura até a colheita, na cultivo principal, e do corte até a colheita, na soca.

Deve-se explorar a soca de genótipos com reconhecida capacidade produtiva nas duas colheitas. Algumas cultivares de arroz podem apresentar alta produtividade no cultivo principal e não serem produtivas na soca, como é o caso da Metica 1; outras, como a BRS Formoso, têm alto potencial produtivo nos dois cultivos. Sob condições favoráveis, as cultivares de ciclo médio apresentam maior produção biológica que as de ciclo curto, tanto no cultivo principal quanto na soca.

Fatores climáticos

Entre os fatores climáticos que afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas de arroz, a temperatura e a luz têm sido relatadas como os de maior influência no comportamento da soca, particularmente no perfilhamento. A temperatura apresenta valores críticos, tanto baixo quanto alto, dependendo da fase da cultura. Valores abaixo de 20°C e acima de 35°C são geralmente prejudiciais.

Manejo do cultivo principal

A constituição genética das cultivares, o ambiente e o manejo do cultivo principal afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade da soca. Em geral, as práticas culturais que afetam o crescimento da planta também afetam o crescimento da soca. Contudo, algumas práticas específicas determinam, em grande parte, o sucesso do cultivo da soca. A capacidade produtiva da soca é influenciada pela época de semeadura ou de transplântio, sistema de plantio, população de plantas, manejo de água e fertilizantes e sistema de colheita. As cultivares respondem na soca diferentemente às práticas culturais empregadas no cultivo principal.

Época de semeadura ou de transplântio

Épocas diferentes de semeadura ou de transplântio expõem as plantas do cultivo principal e da soca a diferentes comprimentos do dia, temperaturas e condições de luz que, por sua vez, influenciam o comportamento da soca. A definição das épocas de plantio se baseia no conhecimento das condições climáticas preponderantes na região e na disponibilidade de água para irrigação.

Nas condições do norte fluminense, no Rio de Janeiro, e no médio e baixo Vale do Itajaí e litoral norte do Estado de Santa Catarina a época de semeadura de setembro foi a que propiciou a maior produtividade de grãos na soca. Para a região de Goiânia, GO, os períodos mais favoráveis ao cultivo da soca corresponderam às semeaduras realizadas de agosto a outubro. Nessa região, o cultivo intensivo das várzeas pode ser obtido com a soca de arroz irrigado. Nas

Regiões Norte e Nordeste, o arroz pode ser cultivado durante todo o ano, portanto a época de semeadura não limita o cultivo da soca. Como exemplo pode ser citado o Estado do Tocantins, caracterizado pela ocorrência de dois regimes pluviais bastante definidos: o período de maio a setembro, com índices de pluviosidade muito baixos, considerada a época seca, e de outubro a abril, período de maior ocorrência de chuvas, que é a época predominante de cultivo de arroz irrigado. Como no início da época recomendada de plantio, que vai de outubro a dezembro, o nível do lençol freático e dos rios está baixo na grande maioria das áreas, a semeadura é dependente da ocorrência de precipitação pluvial. De modo geral, as épocas de semeadura do cultivo principal mais favoráveis ao cultivo da soca correspondem ao início da época recomendada de plantio para a região.

O requerimento em radiação solar pela cultura de arroz difere de um estágio de desenvolvimento para outro. A radiação solar na fase reprodutiva tem maior efeito sobre a produtividade de grãos que nas fases vegetativa e de maturação.

Sistema de plantio

A semeadura direta, em solo seco ou úmido, e o transplantio constituem os dois métodos de plantio de arroz. Embora os seus efeitos sobre o comportamento da soca não tenham sido estudados extensivamente, a grande maioria das pesquisas referentes ao aproveitamento da soca de arroz foi conduzida com a semeadura direta em solo seco. Uma das vantagens da semeadura direta no cultivo da soca, em comparação ao transplantio, é o grande número de plantas por unidade de área. Com isso, poucos perfilhos por planta da soca são necessários para produzir um grande número de perfilhos por unidade de área. Para aumentar o potencial de perfilhos na soca no arroz transplantado, a população de plantas no cultivo principal pode ser aumentada pela redução do espaçamento. Independentemente do sistema de plantio, uma população adequada de plantas é um pré-requisito para uma soca produtiva.

População de plantas

A população de plantas por unidade de área é determinada pela combinação entre espaçamento entrelinhas e número de plantas na linha. A competição entre plantas por nutrientes, água e luz é determinada, em grande parte, por esses dois fatores. A população de plantas pode ser um importante fator que afeta o comportamento da soca, visto que seus perfilhos surgem de gemas dormentes da resteva do cultivo principal.

Maiores populações de plantas no cultivo principal aumentam o número de perfilhos por unidade de área e, com isso, é também aumentado o número potencial de perfilhos na soca. Não obstante, este acréscimo não é proporcional para aumentar a população da soca, pois maior número de plantas propicia maior número de perfilhos inviáveis. A população de plantas, apesar de afetar o número de perfilhos inviáveis na soca, pode não afetar significativamente a produtividade de grãos.

Não se tem obtido efeitos significativos de espaçamentos entrelinhas no transplântio e de densidade de semeadura do cultivo principal sobre a produtividade de grãos da soca. Com isso, visando ao cultivo da soca, a recomendação da população de plantas do sistema de produção de apenas uma colheita de arroz irrigado é válida.

Manejo de fertilizantes

A fertilidade do solo afeta direta ou indiretamente o crescimento e a produtividade de grãos da soca de arroz. O nitrogênio e o fósforo afetam significativamente o crescimento da soca, e o fósforo é especialmente importante, pois promove um bom desenvolvimento das raízes. O requerimento em fertilizantes varia amplamente no cultivo da soca. Alguns estudos indicam que o crescimento da soca é dependente da composição e da dose do fertilizante usado, como também que vários fertilizantes são necessários, não apenas no cultivo principal, como também no cultivo da soca. De modo geral, a aplicação de fósforo e potássio na soca não é necessária se o cultivo principal recebeu quantidades adequadas desses nutrientes.

As doses, métodos e épocas de aplicação adequadas de fertilizantes de fontes apropriadas são práticas importantes para a obtenção de altas produtividades de grãos no cultivo principal, o que irá refletir na produtividade da soca. Para se ter um sistema produtivo nas duas colheitas, as doses, épocas e modos de aplicação da adubação do cultivo principal devem ser baseados nos resultados da análise de solo, conforme as recomendações para a cultura de arroz irrigado.

Sistema de colheita

Outra preocupação no planejamento é com a colheita do cultivo principal, especialmente, quanto à época, à altura de corte e aos equipamentos das colhedoras. O sistema de colheita influencia o comportamento da soca, tanto no que se refere à produtividade quanto à qualidade do produto colhido. Deve-se evitar o “passeio” desnecessário de colhedoras e graneleiros, para não danificar excessivamente as plantas de arroz, pois a área pisoteada pela esteira da colhedora pode corresponder a até 38% da total cultivada.

Época de colheita

A duração do período de formação e enchimento de grãos oscila entre 30 e 40 dias. Esta diferença decorre especialmente da variação da temperatura do ar, havendo pouca influência do ciclo da cultivar. Os grãos passam pelas etapas de grãos leitosos, grãos pastosos e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica, na qual o grão está com o máximo acúmulo de matéria seca. Nesta fase, as sementes estarão praticamente desligadas da planta mãe, considerando-se armazenadas nas condições de campo. Maturação fisiológica é definida como o período no qual cessa a translocação dos fotossintatos e, a partir daí, a planta aciona mecanismos para desidratação das sementes. Durante este processo ocorrem transformações morfológicas e fisiológicas nas sementes, como alteração no tamanho, modificação no teor de água, acúmulo de matéria seca e modificações na germinação e no vigor. Teoricamente, o arroz poderia ser colhido nesta fase, desde que fossem dadas condições para secagem imediata, uma vez que a umidade dos grãos ainda é elevada, na faixa de 30%. Para um bom cultivo da soca, a melhor época de colheita da cultura principal é quando os seus colmos ainda estão verdes. Atraso na colheita da cultura principal reduz a duração do ciclo e a produtividade da soca.

Altura de corte

A altura da resteva determina o número de gemas úteis para o perfilhamento e a origem dos perfilhos da soca. Os efeitos da altura de corte sobre o vigor da soca são variáveis, dependendo da cultivar usada. Algumas cultivares apresentam maior número de perfilhos nos nós superiores, outras nos nós da base, que não são afetados pela altura de corte.

Entre as características da planta da soca grandemente afetadas pela altura de corte, citam-se a produtividade de grãos, o perfilhamento e a duração do ciclo.

Menor altura de corte das plantas do cultivo principal alonga o ciclo da soca e, aliada à época tardia de colheita, pode propiciar o seu crescimento em condições climáticas menos favoráveis, afetando a produtividade, especialmente de genótipos de ciclo médio. A maioria dos estudos mostra que as maiores respostas foram obtidas com alturas de corte em torno de 20 cm. Em condições de lavoura, os colmos cortados muito rentes podem permanecer submersos por longo período, especialmente nas áreas com nivelamento imperfeito, causando o seu apodrecimento e impossibilitando a sua brotação. A operação de colheita manual é facilitada quando o corte é realizado mais alto.

Equipamento de colheita

A colheita do cultivo principal realizada com colhedoras equipadas com picador de palha (Figura 49) propicia, na soca, maior produtividade de grãos e rendimento de grãos inteiros que a realizada com colhedora sem picador. Quando se utiliza colhedora que não possui picador de palha, há formação de uma leira de palha (Figura 50) que, além de dificultar o crescimento dos perfilhos, favorece a ocorrência de doenças. Por isso, o uso do picador de palha é fundamental.



Fig. 49. Soca de arroz irrigado em que a colheita do cultivo principal foi realizada com colhedora equipada com picador de palha.



Fig. 50. Soca de arroz irrigado em que a colheita do cultivo principal foi realizada com colhedora sem picador de palha.

Manejo da soca

Práticas culturais que promovam uma rápida e uniforme brotação são especialmente importantes. Dentre as empregadas no cultivo da soca, que afetam o comportamento da planta de arroz, destacam-se a fertilização nitrogenada, o manejo de água e os tratamentos fitossanitários.

Fertilização nitrogenada

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é o elemento que tem proporcionado maior resposta à soca de arroz. Quantidades adequadas de fósforo e de potássio aplicadas no cultivo principal têm propiciado aumento significativo na produtividade da soca, mostrando, com isto, que ainda se encontram disponíveis para o seu crescimento e desenvolvimento. O nitrogênio deve ser aplicado na soca logo após a colheita do cultivo principal, pois, assim, obtém-se uma brotação mais rápida e perfilhos mais saudáveis, o que incrementa a produtividade de grãos. A maior resposta da soca é obtida com a aplicação de 56 kg ha⁻¹ de N (Figura 51), logo após a colheita do cultivo principal (Figura 52).

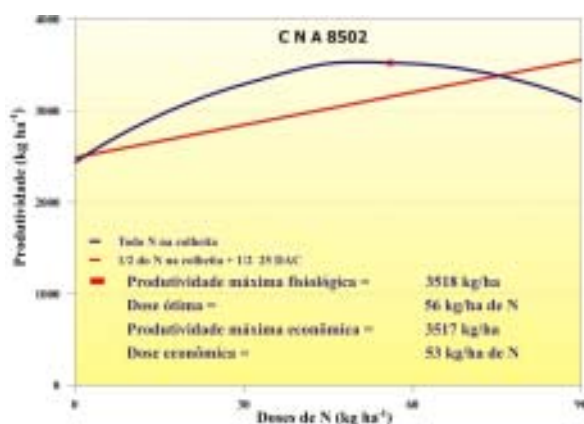


Fig. 51. Resposta da soca de arroz irrigado à fertilização nitrogenada.



Fig. 52. Adubação nitrogenada na soca de arroz irrigado efetuada logo após a colheita da cultura principal.

Manejo de água

Para o êxito da soca é necessário um manejo adequado da água de irrigação, ainda que aproximadamente apenas 60% da água normalmente exigida pelo cultivo principal seja requerida. O melhor desempenho da soca é obtido quando a inundação é iniciada nove dias após a colheita do cultivo principal (Figura 53), proporcionando uma economia de água de 14%.

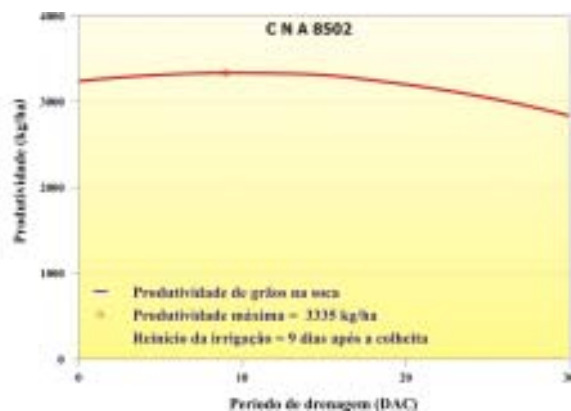


Fig. 53. Resposta da soca de arroz irrigado à época de inundação.

Tratos fitossanitários

As condições climáticas durante o cultivo da soca são menos favoráveis à ocorrência de doenças. Excepcionalmente, a aplicação de fungicidas pode ser necessária para a obtenção de maior produtividade e melhoria da qualidade dos grãos da soca, dependendo da ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de doenças. Com o uso de fungicidas obtém-se menor porcentagem de manchas-de-grãos, causadas especialmente pelo fungo *Bipolaris oryzae*, o que resulta em maior rendimento de grãos inteiros. Quanto aos insetos-pragas, o controle pode ser necessário apenas no caso dos percevejos-do-grão (*Oebalus* spp.). A soca aparentemente não é favorável ao desenvolvimento de populações daninhas de *Oryzophagus oryzae*. Portanto, a necessidade de se fazer o seu controle durante o cultivo da soca mostra-se bastante remota.

Secagem, armazenamento e beneficiamento

A qualidade dos grãos de arroz é influenciada pelo método de secagem, pelo beneficiamento, pelas condições de armazenamento, como também por fatores

internos, inerentes à própria cultivar, e pelos fatores climáticos predominantes no estágio de pré-colheita.

Secagem

A umidade ideal para a colheita do arroz é entre 18% e 23%, valores estes atingidos, geralmente, à época em que os grãos se encontram no término de sua formação. Esta faixa de umidade, entretanto, é muito alta para se armazenar.

Depois que o grão estiver formado e amadurecido, se ocorrerem atrasos na colheita pode haver perda na sua qualidade, porque a umidade tende a oscilar para cima, com o orvalho da noite, e para baixo, com o calor do sol, especialmente nas horas mais quentes do dia. Além disto, enquanto no campo, o arroz está sujeito a chuvas que podem ocorrer no final do período de maturação. Essas variações na umidade podem causar fissuras, que, por ocasião do beneficiamento, resultam em grãos quebrados.

Por esta razão, para se obter arroz com alta qualidade e bom rendimento de grãos inteiros, é necessário secá-lo até atingir o teor de umidade adequado, em torno de 13%. Antes da secagem, que pode ser feita naturalmente, ao sol, ou com o uso de fonte de calor, é preciso fazer a pré-limpeza dos grãos.

Pré-limpeza

A pré-limpeza antecede o processo de secagem. É a fase em que são retiradas dos grãos as impurezas que podem retardar o processo de secagem, acelerar o surgimento e desenvolvimento de microorganismos e facilitar a proliferação de insetos.

A escolha das peneiras que serão utilizadas para a retirada das impurezas deve ser feita de forma criteriosa. É importante também que o fluxo de ar do ventilador seja ajustado adequadamente para evitar perda de grãos. Em geral, depois de concluída a fase de pré-limpeza, os lotes de arroz têm o seu teor de impurezas baixado para menos de 2%.

Secagem ao sol

A secagem ao sol é muito utilizada por pequenos e médios agricultores que não possuem acesso à infraestrutura de secagem industrial. Os grãos recém-colhidos são geralmente espalhados sobre uma superfície cimentada, asfaltada ou sobre lonas e constantemente revolvidos para facilitar a troca de umidade

do grão com o ambiente. Quando o teor de umidade dos grãos começa a baixar, eles devem ser amontoados à noite, para evitar a reabsorção da umidade.

É oportuno esclarecer que, apesar de o clima do Estado do Tocantins possibilitar o uso desse método de secagem, esta não é uma alternativa prática quando o produtor dispõe de grandes quantidades de grãos para secar ou quando há a possibilidade de chuvas durante o processo.

Secagem artificial

Na secagem artificial, os grãos úmidos, logo depois de colhidos, são colocados em secadores que forçam a passagem de ar através da massa de grãos e servem como veículo transportador da umidade retirada dos grãos para fora. A secagem pode ser realizada insuflando o ar aquecido ou o ar natural na massa de arroz.

É um processo bastante sensível que, se não for bem conduzido, pode ocasionar perdas na fase posterior, o beneficiamento, produzindo altas porcentagens de grãos quebrados. Para minimizar estas perdas, deve-se utilizar o ar natural, sem aquecimento, ou o ar ligeiramente aquecido no início da secagem, quando a umidade dos grãos ainda está muito alta, pois o arroz, nesta fase, perde umidade com facilidade. Quando se estiver utilizando o ar aquecido, é importante ter o controle térmico da operação para evitar elevações exageradas da temperatura, principalmente quando se utilizam combustíveis fósseis (lenhas, cascas, restos de culturas, entre outros) para o aquecimento do ar de secagem.

A temperatura do ar na massa de grãos não deve ultrapassar 40°C na secagem do arroz para processamento.

Os choques térmicos, em que a temperatura de secagem é elevada ou baixada muito rapidamente, devem ser reduzidos ao máximo, pois podem provocar maior incidência de grãos quebrados, depreciando o produto final.

Entre os diversos tipos de secadores existentes no mercado, os do tipo “intermitente” são os mais recomendáveis para a secagem do arroz. Seja para produção de sementes ou grãos, é sempre preferível utilizar a secagem gradual, evitando-se a remoção brusca da água e elevando-se a temperatura à medida que os grãos vão perdendo umidade, sem choques térmicos e sem

superaquecimento da massa de grãos. Não é recomendável remover mais que 2% de umidade por hora de secagem.

Armazenamento

Os grãos de algumas cultivares de arroz, quando consumidos logo após a colheita, podem empapar. Para ter boas qualidades culinárias, o arroz, antes de ser processado, quase sempre necessita de um período de armazenamento. O arroz pode ser armazenado a granel, em silos metálicos, de concreto ou outro material, ou em sacos de juta ou de polietileno.

Sempre que possível, o arroz deve ser colocado nos silos já resfriado, para se evitar a necessidade de insuflar ar não aquecido para o resfriamento. Depois que os silos estiverem carregados, é preciso monitorar, diariamente, a temperatura da massa de grãos em vários pontos, para se evitar algum possível aquecimento do arroz ensilado. É importante fazer a transilagem a cada 30-60 dias para aerar a massa de grãos e reduzir os efeitos da compactação no interior dos silos.

Para o armazenamento em sacaria, o arroz deve sempre ser secado pelo menos um ponto porcentual a menos do que se fosse armazenado em silos aerados, porque a possibilidade de o arroz absorver umidade da atmosfera é maior quando está acondicionado em sacos. Deve-se manter uma boa ventilação entre as pilhas e utilizar estrados de madeira com altura mínima de 12 cm, de forma que haja boa circulação do ar também por baixo das pilhas. A altura das pilhas não deve ultrapassar 4,5 m. É importante lembrar que, para a boa conservação dos grãos, deve-se fazer manutenção criteriosa da limpeza.

Conforme a necessidade, os expurgos devem ser realizados de acordo com o receituário agrônomo e sob a orientação, supervisão e responsabilidade técnica de um engenheiro agrônomo. Quando o arroz é armazenado em silos, o produto químico para o expurgo é aplicado durante a operação de enchimento do silo, no momento da transilagem ou através de sondas. Em grãos ensacados, o expurgo pode ser feito com lençóis plásticos que permitem a fumigação de cada pilha separadamente.

Manejo integrado de insetos-praga

O manejo integrado de insetos-praga no arroz armazenado requer conhecimento, associado a experiência e profissionalismo. A presença dos insetos geralmente está associada a pré-existência de focos de infestações, daí a importância da higienização de silos e armazéns antes do armazenamento. Várias espécies de

insetos podem atacar a massa de grãos de arroz, tanto em casca como beneficiado, porém dois grupos são considerados importantes: os coleópteros, carunchos e besouros, e lepidópteros, traças.

Carunchos e besouros

- *Sitophilus oryzae* Linn., 1763 (Coleoptera, Curculionidae)
- *Sitophilus zeamais* Mots., 1865 (Coleoptera, Curculionidae)
- *Rhyzopertha dominica* Fabr., 1792 (Coleoptera, Bostrichidae)
- *Tribolium castaneum* Herb., 1797 (Coleoptera, Tenebrionidae)

Importância e dano

São insetos de tamanho inferior a 1 cm, porém de alto potencial biótico. Cada fêmea ovoposita ao longo da vida mais de 300 ovos. As duas primeiras espécies são popularmente conhecidas como carunchos, que são facilmente identificadas pelo aparelho bucal em forma de bico (rosto) cilíndrico que se prolonga a frente da cabeça. Eles atacam grãos intactos, por isso relacionadas na categoria de pragas primárias. Tantas as formas larvais como adultas se alimentam da massa de grãos, causando perdas quantitativas e na qualidade do produto final. As outras duas espécies de besouros, apesar de possuírem aparelho bucal do tipo mastigador, atacam grãos defeituosos resultantes do mau fechamento da casca ou decorrentes de danos mecânicos durante a colheita, geralmente são encontradas associadas ao ataque das pragas primárias (carunchos).

Traças

- *Sitotroga cerealella* Oliv. 1819 (Lepidoptera, Gelechiidae)
- *Plodia interpunctella* Hubn. 1813 (Lepidoptera, Pyralidae)

Importância e dano

São pragas primárias de grãos de cereais, podendo atacar ainda no campo, quando os grãos já têm certa maturidade fisiológica ou quando estão secando. Em silos ou graneleiros, o ataque se dá nas camadas superficiais dos grãos, onde as larvas destroem os grãos, diminuindo a massa, a qualidade e o seu valor nutritivo.

Controle

Como forma preventiva é importante a eliminação de focos existentes na unidade armazenadora tanto no interior como exterior. Assim, recomenda-se a pulverização das instalações antes do armazenamento com produtos registrados (Tabelas 17 e

18). O conteúdo de água do grão é outro fator importante como tática de controle, sendo recomendável que sempre esteja inferior a 12% e que se utilize sistema de aeração como mecanismo de controle da umidade e temperatura na massa de grãos. Se o arroz for ficar armazenado por um período de tempo superior a três meses, recomenda-se fazer tratamento preventivo com inseticidas líquidos registrados para as espécies acima mencionadas. Além disto, conforme a necessidade, os expurgos devem ser realizados de acordo com o receituário agrônomo e sob a orientação, supervisão e responsabilidade técnica de um engenheiro agrônomo. Quando o arroz é armazenado em silos, o produto químico para o expurgo é aplicado durante a operação de enchimento do silo, no momento da transilagem ou através de sondas. Em grãos ensacados, o expurgo pode ser feito com lençóis plásticos que permitem a fumigação de cada pilha separadamente. O período de expurgo não deverá ser inferior a 120 horas de exposição.

Tabela 17. Produtos registrados para *Sitophilus oryzae*

<i>Produto</i>	<i>Princípio ativo</i>	<i>Formulação</i>	<i>Classe Toxic.</i>
Actellic 500 EC	Pirimifós-metílico	CE	III
Degesch Aluphos	Fosfeto de alumínio	FP	I
Detia GAS-EX-B	Fosfeto de alumínio	FG	I
Detia GAS-EX-T	Fosfeto de alumínio	FP	I
Fermag	Fosfeto de magnésio	FP	I
Fertox	Fosfeto de alumínio	FP	I
Insecto	Terra diatomácea	PS	IV
Starion	Bifentrina	CE	III
Sumigran 20	Fenitrotiona	PS	IV
Sumigranplus	Esfenvalerato + Fenitrotiona	CE	II

CE - Concentrado Emulsionável, PS - Pó Seco, FP - Fumigante em Pastilha, FG - Fumigante em Grânulo.

Tabela 18. Produtos registrados para *Rhyzopertha dominica*.

<i>Produto</i>	<i>Princípio ativo</i>	<i>Formulação</i>	<i>Classe Toxic.</i>
Degesch-Fumicel	Fosfeto de magnésio	TB	I
Gastoxin	Fosfeto de alumínio	FP	I
Gastoxin-B 57	Fosfeto de alumínio	FP	I
Insecto	Terra diatomácea	OS	IV
K-Obiol 25 CE	Deltametrina	CE	III
Phostek	Fosfeto de alumínio	FP	I
Pounce 384 CE	Permetrina	CE	III
Prostore 25 CE	Bifentrina	CE	III
Starion	Bifentrina	CE	III
Sumigran 20	Fenitrotiona	PS	IV
Sumigranplus	Esfenvalerato + Fenitrotiona	CE	II

TB - Tabletes, CE - Concentrado Emulsionável, PS - Pó Seco, FP - Fumigante em Pastilhas.

Beneficiamento

O beneficiamento do arroz tradicional (não parboilizado) se inicia com a separação da casca do resto do grão, para a obtenção do arroz branco para o consumo. O processo de beneficiamento do arroz compreende as seguintes etapas: limpeza; descascamento; separação pela câmara de palha; separação de marinheiro; brunição; homogeneização; e classificação.

Limpeza

Depois de ter passado pelo processo de pré-limpeza e secagem, o arroz em casca deve sofrer uma limpeza, para que sejam eliminadas as impurezas mais grossas que porventura ainda estejam misturadas com ele, como talos da planta, palha do arroz, torrão de terra, pedras, pedaços de saco de juta, estopas, entre outros.

Descascamento

Nesta etapa do beneficiamento, o arroz é descascado por dois roletes de borracha que funcionam em direções opostas e com velocidades diferentes, retirando o grão de arroz do interior da casca. O arroz, ao passar através de um pequeno espaço existente entre os roletes, sofre um movimento de torção que possibilita a separação da casca do grão.

Nesta operação deve-se tomar o maior cuidado para evitar a quebra de grãos, a qual é muito influenciada pela umidade. Normalmente, não se realiza esta operação logo após a colheita e a secagem, porque o arroz, após algum período de armazenamento, tem uma melhora significativa na sua qualidade, diminuindo a tendência de aglomerar-se após o cozimento e apresentando uma maior capacidade de absorção de água.

Separação pela câmara de palha

A câmara de palha é uma máquina que separa, por meio de um sistema pneumático, o arroz inteiro do arroz mal granado ou verde, da casca e de seus derivados. Cabe ressaltar que, dentre os subprodutos do beneficiamento, a casca representa o maior volume, atingindo, em média, 22 %.

Separação de marinheiro

Nesta fase utiliza-se uma máquina para separar o arroz descascado do arroz que deixou de ser descascado pela câmara de palha, também conhecido como marinheiro.

Entre outras vantagens, a utilização dessas máquinas propicia: incidência muito menor (próxima de zero) de grãos com casca (marinheiros) no fluxo de arroz que segue no processo de beneficiamento; baixíssima incidência de grãos descascados no fluxo de grãos com casca, que retorna ao descasque; e maior rendimento e melhor qualidade do produto final.

Brunição

Nesta etapa, o arroz já descascado, integral, é lixado por máquinas compostas por pedras abrasivas que retiram o farelo de arroz e separam o arroz branco. Estas máquinas são chamadas de brunidores.

Homogeneização

Complementando o processo de brunição do arroz, faz-se a homogeneização, momento em que uma máquina retira o farelo de arroz que ainda permanece aderido ao grão. A máquina que realiza esta operação utiliza a pulverização de água e ar.

Classificação

Nesta etapa, o arroz passa por máquinas que separam os grãos inteiros, de valor comercial mais alto, dos $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$ grãos, que possuem valor comercial mais baixo, e dos demais subprodutos que serão utilizados pela indústria cervejeira e de ração animal.

Um dos parâmetros de qualidade mais importantes no beneficiamento do arroz está relacionado com o seu rendimento de engenho, que é medido principalmente em função da quantidade de grãos inteiros obtidos ao final do processamento.

Produção, comercialização e consumo

Produção

De acordo com os dados oficiais do IBGE referentes ao ano de 2006, a safra de arroz produzida no estado é da ordem de 265,4 mil toneladas, considerando-se o arroz irrigado e o de terras altas. Nos últimos 17 anos, têm-se verificado pequenas variações nos dados sobre a cultura do arroz no Tocantins no tocante à área (Figura 54), produção (Figura 55) e produtividade (Figura 56). Apesar da boa performance da cultura de terras altas que, no período de 1995/96 a 2004/05, apresentou aumento da área plantada (Tabela 19), produção (Tabela 20) e produtividade (Tabela 21), verifica-se que a produção de arroz está quase estagnada no Tocantins, em face da ocorrência direta de alguns fatores

relacionados ao cultivo do arroz irrigado, tais como: endividamento do setor produtivo de arroz irrigado da região sudoeste, que responde por, aproximadamente, 40% da produção do estado; e redução da área plantada de arroz irrigado, tomando-se por base a safra 1989/90. A safra 2004/05 representou um caso atípico, onde houve um aumento considerável na área plantada, caindo novamente na safra seguinte.



Fig. 54. Evolução da área plantada com a cultura de arroz nos sistemas de cultivo irrigado e terras altas no Estado do Tocantins, no período de 1990 a 2006.

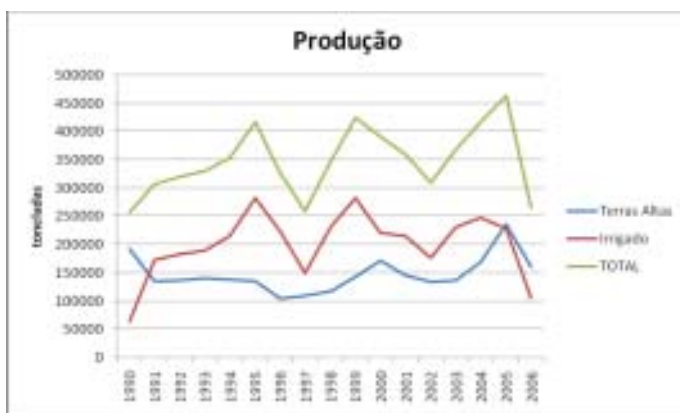


Fig. 55. Evolução da produção de grãos de arroz nos sistemas de cultivo irrigado e terras altas no Estado do Tocantins, no período de 1990 a 2006.

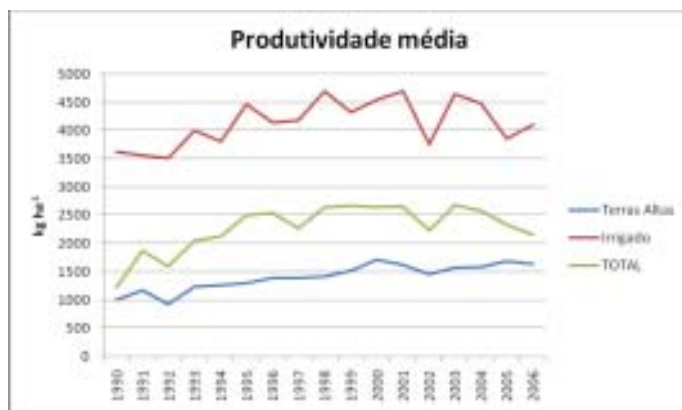


Fig. 56. Evolução da produtividade de grãos de arroz nos sistemas de cultivo irrigado e terras altas no Estado do Tocantins, no período de 1990 a 2006.

Tabela 19. Área plantada com a cultura de arroz nos sistemas de cultivo irrigado e terras altas no Estado do Tocantins, no período de 2001/02 a 2005/06.

Sistema de cultivo	Área (mil ha)					Variação (%)			
	Safras								
	01/02(a)	02/03(b)	03/04(c)	04/05(d)	05/06(e)	(e/a)	(e/b)	(e/c)	(e/d)
Arroz Terras Altas	92,0	87,4	106,8	139,7	97,9	6,4%	11,9%	-8,4%	-29,9%
Arroz Irrigado	46,8	49,6	55,3	58,8	25,6	-45,4%	-48,5%	-53,8%	-56,5%
TOTAIS	138,8	137,0	162,1	198,5	123,5	-11,0%	-10,0%	-23,9%	-37,8%

Tabela 20. Produção de grãos de arroz nos sistemas de cultivo irrigado e terras altas no Estado do Tocantins, no período de 2001/02 a 2005/06.

Sistema de cultivo	Produção (mil t)					Variação (%)			
	Safras								
	01/02(a)	02/03(b)	03/04(c)	04/05(d)	05/06(e)	(e/a)	(e/b)	(e/c)	(e/d)
Arroz Terras Altas	133,4	136,8	169,3	236,4	160,4	20,3%	17,3%	-5,2%	-32,1%
Arroz Irrigado	176,0	230,4	247,8	227,4	104,9	-40,4%	-54,5%	-57,7%	-53,9%
TOTAIS	309,4	367,2	417,1	463,8	265,3	-14,2%	-27,7%	-36,4%	-42,8%

Tabela 21. Produtividade de grãos de arroz nos sistemas de cultivo irrigado e terras altas no Estado do Tocantins, no período de 2001/02 a 2005/06.

Sistema de cultivo	Produtividade (kg ha ⁻¹)					Variação (%)			
	Safras								
	01/02(a)	02/03(b)	03/04(c)	04/05(d)	05/06(e)	(e/a)	(e/b)	(e/c)	(e/d)
Arroz Terras Altas	1.450	1.564	1.585	1.692	1.639	13,0%	4,8%	3,4%	-3,1%
Arroz Irrigado	3.763	4.645	4.482	3.868	4.105	9,1%	-11,6%	-8,4%	6,1%
TOTAIS	2.230	2.679	2.572	2.337	2.150	-3,6%	-19,7%	-16,4%	-8,0%

Comercialização

Das 265.360 toneladas de arroz colhidas no Tocantins na safra 2005/2006, aproximadamente 53.072 t, cerca de 20% do total, foram comercializadas em casca diretamente pelos produtores para adquirentes dos Estados de Goiás, Bahia, São Paulo e Santa Catarina, e os 80% restantes, que correspondem a 212.288 t, foram comercializados com as indústrias de beneficiamento do próprio estado.

De acordo com o acompanhamento de preços realizado semanalmente em Formoso do Araguaia, Gurupi e Lagoa da Confusão, o preço praticado no mercado interno para comercialização da saca de 60 kg do arroz irrigado, em casca, com 50 a 55% de grãos inteiros, variou de R\$ 35,00 a R\$ 38,00. Já a saca de 60 kg do arroz de terras altas, com o mesmo rendimento de grãos inteiros, foi comercializada ao preço de R\$ 33,00 a R\$ 36,00.

A comercialização é feita diretamente pelos produtores para os adquirentes do próprio Estado ou pela Bolsa de Mercadoria, quase sempre na condição FOB. Como alternativa para comercialização, o Governo Federal disponibiliza ao produtor rural o Contrato de Opções, o qual tem por finalidade proteger o produtor contra os riscos de queda de preços de seu produto. Ao produtor que adquire esse contrato fica assegurada a possibilidade de vender a sua produção para o Governo, numa data futura, a um preço previamente fixado. Desse modo, ao assinar o Contrato de Opção, o produtor está fazendo um seguro para o preço de sua mercadoria, de forma que, até o vencimento do Contrato, ele terá fôlego para aguardar uma possível reação nos preços praticados no mercado.

Incentivos à comercialização

Para facilitar a comercialização do arroz, diminuir o seu custo final e torná-lo mais competitivo no mercado externo, o Governo do Estado do Tocantins implementou dois

programas de incentivo fiscal, Prosperar e Pró-Indústria. Vale destacar que, graças aos benefícios concedidos por esses programas, a comercialização do arroz *in natura* e beneficiado no Estado sofre uma redução de cerca de 59% na base de cálculo do ICMS.

Prosperar

Programa criado pela Lei no 1.355, de 19 de dezembro de 2002. Tem por objetivo incrementar a distribuição de riqueza no Estado, promovendo a geração de emprego e renda, mediante o financiamento do imposto devido. Por esse programa, o Governo do Estado banca até 70% do ICMS e concede um prazo de até 15 anos para que o beneficiário quite a sua dívida. A concessão desses benefícios está atrelada à apresentação e aprovação de projeto de viabilização técnica ao Conselho Deliberativo do Programa Prosperar e à formalização do Termo de Acordo de Regime Especial (TARE), firmado com a Secretaria da Fazenda do Estado do Tocantins.

Pró-Indústria

Programa de industrialização direcionada criado pela Lei no 1.385, de 9 de julho de 2003. Tem por objetivo promover a interiorização da atividade industrial, estimulando a utilização e transformação da matéria-prima local, gerando emprego e renda, mediante a desoneração gradativa da produção. Este programa concede o diferimento do ICMS na transformação do arroz *in natura* para beneficiado e, na saída do produto beneficiado para outros Estados, o beneficiador recolhe 2% de ICMS. Os benefícios são concedidos mediante a formalização do TARE com a Secretaria da Fazenda do Estado do Tocantins.

Consumo

Considerando-se uma equivalência em torno de 65% na transformação do arroz *in natura* para beneficiado, pode-se afirmar que, na safra 2005/06, o Tocantins produziu aproximadamente 172.445 toneladas de arroz beneficiado. Com cerca de 1,33 milhão de habitantes, conforme a estimativa de população do IBGE, o Estado do Tocantins consome 101.265 toneladas de arroz beneficiado por ano, com um consumo médio de 76 kg habitante⁻¹ ano⁻¹. A produção excedente, 71.180 t, é destinada ao atendimento das Regiões Norte e Nordeste, mais precisamente os Estados do Maranhão, Piauí e Pará que, por estarem localizados geograficamente mais próximos da zona produtora, acabam adquirindo o produto por um preço mais vantajoso devido à desoneração do custo do frete.

Outro adquirente importante é o próprio Governo Federal que, por meio da Conab, adquire o arroz beneficiado para compor as cestas básicas de alimentos destinadas

ao atendimento das famílias carentes do Tocantins e de outros Estados das Regiões Norte e Nordeste, para o Programa Fome Zero do Governo Federal.

Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade

Coeficientes técnicos

Os coeficientes técnicos aqui empregados baseiam-se nas recomendações técnicas para o cultivo principal e da soca de arroz irrigado no Estado do Tocantins, os quais são cruzados com os preços unitários dos fatores de produção, dentro da matriz de cálculos utilizada na Embrapa Arroz e Feijão para o estabelecimento do custo total da produção em um hectare.

Custos de produção

Custos de produção referem-se aos gastos proporcionais à variação do volume de produção, em determinado período de tempo. Para essa análise foram considerados os custos variáveis dos insumos, como sementes, fertilizantes e corretivo, defensivos e energia elétrica e das operações com máquinas alugadas e serviços contratados, com base nos preços médios praticados no mês de abril de 2007. Foram também consideradas as despesas efetuadas com a secagem dos grãos.

Cultivo principal

O custo de produção do cultivo principal do arroz irrigado foi estabelecido conforme as fases de implantação e manejo da cultura. Os valores dos custos dos componentes são apresentados na Tabela 22, em real, a moeda corrente, com a equivalência em dólar americano. Os fatores de produção trazem suas unidades de aferição conforme suas especificações.

Para efeito dessa análise, considerou-se “convencional” o preparo do solo feito com grade aradora e niveladora e a manutenção da estrutura básica, com os reparos das taipas. O custo da irrigação por inundação foi baseado no bombeamento de água, utilizando motores elétricos.

Na adubação de base, por ocasião da semeadura, foram aplicados 350 kg ha⁻¹ do formulado 4-30-16. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura, em duas aplicações, totalizando 120 kg ha⁻¹ de uréia, empregando-se distribuidor tracionado por trator.

Tabela 22. Coeficientes técnicos e custo de produção do cultivo principal de arroz irrigado no Estado do Tocantins, em 2007.

<i>Insumo/Operação/Serviço</i>	<i>Especificação</i>	<i>Unid*</i>	<i>Quantidade por hectare</i>	<i>Valor Unitário R\$ ha⁻¹</i>	<i>Custo atual R\$ ha⁻¹</i>	<i>Custo atual US\$ ha⁻¹</i>	<i>%</i>
CALAGEM							
Calcário	Dolomítico	t	1,00	43,00	43,00	20,87	1,78
Distribuição do calcário	Trator 70 CV	hm	0,25	60,00	15,00	7,28	0,62
Subtotal calagem (1)					58,00	28,16	2,40
PREPARO DO SOLO							
Gradagem Aradora	Trator 90 CV	hm	1,00	98,00	98,00	47,57	4,06
Gradagem Niveladora	Trator 90 CV	hm	0,25	98,00	24,50	11,89	1,02
Rolagem	Trator 70 CV	hm	0,25	60,00	15,00	7,28	0,62
Reforma de taipas	Trator 70 CV	hm	0,80	60,00	48,00	23,30	1,99
Subtotal preparo do solo (2)					185,50	90,05	7,69
PLANTIO							
Semente certificada	BRS Formoso	kg	135	2,00	270,00	131,07	11,19
Adubação:							
Adubo de base	4-30-16	kg	350	0,960	336,00	163,11	13,93
Plantio mecanizado	Trator 70 CV	hm	0,75	60,00	45,00	21,84	1,87
Mão-de-obra plantio		dh	1,00	23,00	23,00	11,17	0,95
Transporte interno	Trator 70 CV	hm	0,28	60,00	16,80	8,16	0,70
Irrigação/drenagem:	Motor Elétrico	Kw/h	790	0,2038	161,03	78,17	6,68
Subtotal do plantio (3)					851,83	413,51	35,31
TRATOS CULTURAIS							
Adubação nitrogenada:							
Aplicação de adubo de cobertura	Trator 70 CV	hm	0,12	60,00	7,20	3,50	0,30
Adubo	Uréia	kg	120	0,950	114,00	55,34	4,73
Controle de plantas daninhas:							
Aplicação de Herbicida	Trator 70 CV	hm	0,50	60,00	30,00	14,56	1,24
Herbicida pré-emergente	Oxadiazon	L	2,00	85,50	171,00	83,01	7,09
Herbicida pós-emergente	Bispyribac sódium	L	0,12	900,00	108,00	52,43	4,48
Controle de pragas:							
Aplicação Inseticida	Aéreo	hA	1,00	52,00	52,00	25,24	2,16
Inseticida 1	Tiametoxam	L	0,15	118,00	17,70	8,59	0,73
Controle de doenças:							
Aplicação Fungicida	Aéreo	hA	1,00	52,00	52,00	25,24	2,16
Fungicida 1	Tricyclazole	kg	0,30	224,70	67,41	32,72	2,79
Fungicida 2	Difenoconazole	L	0,30	254,13	76,24	37,01	3,16
Subtotal tratos culturais (4)					695,55	337,65	28,83
COLHEITA							
Colheita mecanizada	Colhedora	hm	2,00	180,00	360,00	174,76	14,92
Transporte externo		t	4,80	12,50	60,00	29,13	2,49
Mão-de-obra da colheita		dh	2,50	23,00	57,50	27,91	2,38
Subtotal colheita (5)					477,50	231,80	19,79
PÓS-COLHEITA							
Secagem		t	4,80	30,00	144,00	69,90	5,97
Subtotal pós-colheita (6)					144,00	69,90	5,97
CUSTO TOTAL (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					2.412,38	1.171,06	100,00

* dh = dia homem; hA = hora avião; hm = hora máquina.

Para controlar as plantas daninhas foram utilizados herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes e, nos tratamentos fitossanitários, inseticidas e fungicidas, em aplicações via aérea.

Dos componentes do custo de produção, os insumos são os que mais oneram o custo final, com uma participação de 56,55%, seguidos pelas operações com máquinas, 34,14%, pós-colheita, 5,97%, e serviços, 3,34%. Dentre os insumos básicos que mais oneram o custo da produção, os fertilizantes e corretivo respondem por 20,44%, seguidos por defensivos, 18,25%, sementes, 11,19%, e energia elétrica, 6,68%.

Cultivo da soca

O custo de produção da soca de arroz irrigado representa 17,74% do custo de produção do cultivo principal, ou seja, R\$ 427,86 ha⁻¹ (Tabela 23).

Tabela 23. Coeficientes técnicos e custo de produção da soca de arroz irrigado no Estado do Tocantins, em 2007.

<i>Insumo/Operação/Serviço</i>	<i>Especificação</i>	<i>Unid*</i>	<i>Quantidade por hectare</i>	<i>Valor Unitário R\$ ha⁻¹</i>	<i>Custo atual R\$ ha⁻¹</i>	<i>Custo atual US\$ ha⁻¹</i>	<i>%</i>
MANEJO DE ÁGUA							
Irrigação/drenagem:	Motor Elétrico	Kw/h	277	0,2038	56,46	27,41	13,20
Subtotal da irrigação (1)					56,46	27,41	13,20
TRATOS CULTURAIS							
Adubação:							
Aplicação de adubo de cobertura	Trator 70 CV	hm	0,12	60,00	7,20	3,50	1,68
Adubo	Uréia	kg	70	0,950	66,50	32,28	15,54
Controle de pragas:							
Aplicação Inseticida	Aéreo	hA	0,50	52,00	26,00	12,62	6,08
Inseticida	Tiametoxam	L	0,15	118,00	17,70	8,59	4,14
Subtotal tratos culturais (2)					117,40	56,99	27,44
COLHEITA							
Colheita mecanizada	Colhedora	hm	1,00	180,00	180,00	87,38	42,07
Transporte externo		t	1,20	12,50	15,00	7,28	3,51
Mão-de-obra da colheita		dh	1,00	23,00	23,00	11,17	5,38
Subtotal colheita (3)					218,00	105,83	50,95
PÓS-COLHEITA							
Secagem		t	1,20	30,00	36,00	17,48	8,41
Subtotal pós-colheita (4)					36,00	17,48	8,41
CUSTO TOTAL (1+2+3+4)					427,86	207,70	100,00

* dh = dia homem; hA = hora avião; hm = hora máquina.

Na soca, para a produção de 1.200 kg ha⁻¹ de arroz irrigado, o produtor investe, adicionalmente ao que foi gasto com o sistema de produção do cultivo principal, 70 kg ha⁻¹ de uréia, em cobertura, aplicada via tratorizada.

A irrigação do cultivo da soca foi feita pelo bombeamento de água por motor elétrico. Para controlar as pragas, aplicou-se inseticida via aérea.

Na colheita e pós-colheita foram adotados os mesmos procedimentos do cultivo principal.

Produtividade de grãos

A produtividade média obtida pelos produtores no cultivo principal de arroz irrigado é de 4.800 kg ha⁻¹, ou seja, 80 sacas de 60 kg ha⁻¹. No cultivo da soca, a produtividade média corresponde a 25% da obtida no cultivo principal, ou seja, 1.200 kg ha⁻¹ (Tabela 24).

Rentabilidade

A receita bruta no cultivo principal de arroz irrigado no Estado do Tocantins por hectare é de R\$ 2.890,00 com custo de produção de R\$ 2.412,38. Já no cultivo da soca, a receita bruta por hectare é de R\$ 680,00, e o custo de produção, que representa 17,74% do custo de produção do cultivo principal, é de R\$ 427,86.

A análise dos indicadores econômicos evidencia que o sistema de produção do arroz irrigado no Estado do Tocantins é viável economicamente, com relação de benefício/custo de 1,20 e 1,59 para o cultivo principal e a soca, respectivamente (Tabela 24).

Tabela 24. Resultado econômico do sistema de produção de arroz irrigado no Estado do Tocantins, em 2007.

Indicador econômico*	Cultivo principal		Soca	
	R\$ ha ⁻¹	US\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	US\$ ha ⁻¹
Produtividade (kg ha ⁻¹)	4.800		1.200	
Custo total	2.412,38	1.171,06	427,86	207,70
Receita total**	2.890,00	1.402,91	680,00	330,10
Receita líquida	477,62	231,85	252,14	122,40
Relação benefício/custo	1,20		1,59	

* Considerando os preços dos fatores de produção em abril de 2007, quando US\$ 1,00 = R\$ 2,060, em 1/4/2007.

** Preço da saca de arroz de 60 kg no Tocantins = R\$ 34,00, em abril de 2007.

